

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie

**WYDZIAŁ ELEKTROTECHNIKI, AUTOMATYKI,
INFORMATYKI I INŻYNIERII BIOMEDYCZNEJ**

KATEDRA AUTOMATYKI I INŻYNIERII BIOMEDYCZNEJ

Praca dyplomowa magisterska

Budowa chatbota rozmawiającego i budującego bazę wiedzy na temat różnych doświadczeń i problemów interpersonalnych

Autor: *Izabela Kułakowska*
Kierunek studiów: *Automatyka i Robotyka*
Opiekun pracy: *dr hab. Adrian Horzyk*

Kraków, 2015

Oświadczam, świadomy(-a) odpowiedzialności karnej za poświadczenie nieprawdy, że niniejszą pracę dyplomową wykonałem(-am) osobiście i samodzielnie i nie korzystałem(-am) ze źródeł innych niż wymienione w pracy.

Spis treści

1. Abstrakt ... 7
2. Wstęp ... 8
2.1. Cele pracy ... 8
2.2. Koncepcja przyjętego rozwiązania ... 9
2.3. Zakres pracy ... 9
3. Historia chatbotów ... 11
3.1. Test Turinga ... 11
3.2. Popularne chatboty ... 12
3.2.1. Program ELIZA ... 12
3.2.2. PARRY ... 13
3.2.3. A.L.I.C.E. ... 13
3.2.4. Cleverbot i Jabberwacky ... 14
3.2.5. Chatboty związane z psychologią ... 14
3.3. Rozwój chatbotów ... 15
4. Ewaluacja chatbotów ... 19
4.1. Ewaluacja w zakresie lingwistycznym ... 19
4.2. Ewaluacja w zakresie pozalingwistycznym ... 20
5. Tworzenie chatbotów ... 22
5.1. Metody implementacji chatbotów ... 22
5.1.1. AIML ... 22
5.1.2. Silniki języków regułowych ... 23
5.1.3. Mechanizmy skojarzeniowe ... 24
5.2. Odwzorowanie inteligencji człowieka ... 26
5.3. Uczenie maszynowe ... 27
6. Charakter i osobowość człowieka ... 30
6.1. Klasyfikacja typów osobowości ... 30
6.2. Techniki aktywnego słuchania ... 37

7. Projekt aplikacji 40
7.1. Wymagania serwisu 40
7.2. Zastosowane technologie 40
7.3. Interfejs graficzny użytkownika 41
7.4. Architektura aplikacji 42
7.4.1. Presentation-Abstraction-Control 42
7.4.2. Hierarchia pakietów 43
7.4.3. Pakiet - Model 43
7.4.4. Pakiet - Controller 50
7.5. Algorytm prowadzenia rozmowy przez chatbota 50
7.5.1. Proces generowania odpowiedzi przez Chatbota 50
7.5.2. Odległość Levenshteina 51
7.5.3. Przewidywane wypowiedzi użytkownika 52
7.5.4. Wypowiedź użytkownika NIE JEST pytaniem 52
7.5.5. Wypowiedź użytkownika JEST pytaniem 53
7.5.6. Wypowiedzi związane z typem osobowości rozmówcy 54
7.5.7. Algorytm generowania odpowiedzi z szablonu 55
7.6. Konstrukcja bazy wiedzy 56
7.7. Identyfikacja zagadnień interpersonalnych 56
7.8. Klasyfikacja osobowości rozmówcy 57
8. Testy 61
8.1. Test I - standardowy rozmówca 61
8.2. Test II - rozmowa abstrakcyjna 63
8.3. Test III - rozmowa z innym chatbotem 64
9. Podsumowanie 66
9.0.1. Proces budowania systemu dialogowego 66
9.0.2. Realizacja bota Eustachy 67
9.0.3. Kompetencja językowa bota 68
9.0.4. Dalszy rozwój aplikacji 68
10. Wnioski 70

1. Abstrakt

Chatboty znajdują obecnie zastosowanie w wielu dziedzinach życia. Najczęściej ich zadaniem jest zapewnienie przystępnego zdobywania informacji. Rozwój botów ukierunkowany jest na tworzenie systemów, które jak najwiarygodniej symulują zachowanie człowieka. Celem niniejszej pracy jest zbadanie w jakim stopniu chatbot może pozorować emocjonalną inteligencję człowieka, przejawiającą się w okazywaniu empatii i umiejętności aktywnego słuchania. Teoretyczna analiza obszaru sztucznej inteligencji związanej z systemami analogowymi poparta została implementacją prototypu bota rozmawiającego na temat różnych doświadczeń i problemów interpersonalnych. Pierwsza część pracy zawiera rys historyczny, przegląd dotychczasowych rozwiązań i opis zagadnienia realizacji botów z szerszej perspektywy. Druga sekcja stanowi dokumentację części praktycznej projektu, opis wykorzystanych narzędzi i struktury mechanizmów stanowiących logikę aplikacji. W części podsumowującej natomiast przedstawione zostały testy, propozycje dalszego rozwoju projektu oraz wnioski.

2. Wstęp

2.1. Cele pracy

Sztuczna inteligencja stanowi obecnie rozległą i prężnie rozwijająca się dziedzinę informatyki. Jej szerokie zastosowanie wiąże się z narastającą potrzebą automatyzacji różnych procesów, które w dobie masowej cyfryzacji dotyczą niemal każdej sfery życia. Sformułowanie „sztuczna inteligencja" zostało po raz pierwszy użyte przez Johna McCarthy'ego w 1956 roku podczas konferencji naukowej w Darthmout, gdzie termin ten został zdefiniowany jako zdolność maszyn do wykazywania przejawów inteligencji podobnej do ludzkiej. Inteligencja rozumiana jako sprawność umysłowa posiada wiele odcieni znaczeniowych. Jednym z nich jest określenie jej jako ogólna zdolność adaptacji do nowych warunków i wykonywania nowych zadań przez wykorzystanie środków myślenia [Stern] oraz zdolność ogólna do celowego działania, racjonalnego myślenia i skutecznego radzenia sobie z trudnościami [D. Wechsler]. Większość definicji pozwala jasno sobie uzmysłowić podstawowe różnice między inteligencją ludzką a tą reprezentowaną przez maszyny. W związku z tym obecnie wyróżnia się tzw. inteligencję obliczeniową, która odnosi się do sposobu przetwarzania danych i informacji przez komputery, które wykorzystują rozmaite techniki obliczeniowe, aby w pewnym stopniu odzwierciedlić procesy zachodzące w ludzkim mózgu. Szczególne znaczącym przedmiotem badań w obszarze tej dziedziny jest problem porozumiewania się maszyny z człowiekiem. Zapewnienie efektywnej interakcji człowieka z wirtualną maszyną stanowi wieloaspektowe zagadnienie. W odniesieniu do ludzi, inteligencja, dzięki której m.in. mogą się między sobą porozumiewać współdziała ze zdolnościami w sferze emocjonalnej, motywacyjnej i interpersonalnej, przez co sam proces komunikacji jest wielopłaszczyznowy. Zamodelowanie schematu, za pomocą którego maszyna potrafiłaby na równym poziomie rozmawiać z człowiekiem jest przedmiotem badań odkąd tylko zauważono, że komputery z powodzeniem mogą być wykorzystywane jako systemy dialogowe. Przełomowym odkryciem, związanym z kwestią zaadaptowania u maszyny pewnych zdolności percepcyjnych, okazał się sformułowany w latach 80. XX wieku przez Hansa Moraveca, Rodney'a Brooksa i Marvina Minsky'ego paradoks Moraveca. Mówi on o tym, że wysokopoziomowe rozumowanie wymaga niewielkiej mocy obliczeniowej, natomiast niskopoziomowe jej dużych nakładów. Oznacza to, że najtrudniej zaprogramować te procesy, które ludzie wykonują nieświadomie, tj. zdolności motoryczne i społeczne, rozpoznawanie twarzy, ocena ludzkich motywacji, rozpoznawanie głosu, ustalanie celów oraz uważna obserwacja. Są to najstarsze ewolucyjnie zdolności, w związku z czym ludzie wykonują je bez wysiłku, natomiast maszyny mają duże trudności z ich odtworzeniem. Programy, których

zadaniem jest prowadzenie konwersacji przy użyciu interfejsu tekstowego lub języka naturalnego nazywa się chatbotami (bądź chatterbotami). Szczególnie dużą popularnością cieszą się obecnie wirtualni doradcy, czyli chatboty, które umieszczone na stronie internetowej mają na celu ułatwienie użytkownikowi np. wyszukiwanie informacji na dany temat. W ten sposób automatyczni konsultanci nierzadko zastępują m.in. doradców telefonicznych, ponieważ potrafią udzielić podstawowych informacji w konkretnym zakresie. Programy te najczęściej posiadają bardzo ograniczony zakres kompetencji. Operują na pewnej bazie schematów i powiązań, stworzonej przez programistę i z niej czerpią dane do prowadzenia rozmowy. Celem niniejszej pracy jest m.in. pokazanie jak dalece zaawansowanymi systemami dialogowymi są obecnie chatboty i w jakim kierunku postępuje rozwój z nimi związany. Część praktyczna niniejszego projektu polega na realizacji chatbota, który umożliwia prowadzenie konwersacji na tematy związane z problemami interpersonalnymi oraz różnymi wydarzeniami życiowymi. Aplikacja ma za zadanie uosabiać wirtualnego doradcę w zakresie zaspokajania pewnych potrzeb emocjonalnych, do których można zaliczyć potrzebę zrozumienia, akceptacji oraz zwierzenia się. Oprócz tego zadaniem programu jest konstruowanie bazy wiedzy na temat rozmówcy, które polega przede wszystkim na rozpoznawaniu typu osobowości na podstawie wypowiedzi użytkownika, zarówno w zakresie treści jak i ekspresji. Celem praktycznej części pracy jest przedstawienie jednego z mechanizmów konstrukcji chatbota oraz sprawdzenie jak informacje uzyskiwane podczas rozmowy mogą przyczynić się do efektywniejszego dostosowywania swoich odpowiedzi do indywidualnych potrzeb rozmówcy.

2.2. Koncepcja przyjętego rozwiązania

Formą przyjętego rozwiązania jest aplikacja webowa zrealizowana w technologii Java EE. Szkielet programu został zaimplementowany z wykorzystaniem frameworku Spring MVC. Baza wiedzy chatbota, przechowująca wzorce i szablony, dzięki którym generowana jest odpowiedź, zbudowana została zgromadzona w plikach formau JSON. Użytkownik prowadzi konwersacji z chatbotem za pomocą interfejsu tekstowego, mając przy tym możliwość wglądu w historię rozmowy.

Mechanizm odpowiedzialny za proces rozmowy zaimplementowano na wzór automatu Mealy'ego, kórego cechą charakterystyczną jest zależność generowanego wyjścia zarówno od aktualnego stanu wewnętrznego jak i sygnałów wejściowych. Sygnały wejściowe są reprezentowane przez wypowiedź użytkownika aplikacji, stany wewnętrzne przez liczbowy odpowiednik etapu rozmowy oraz aktualny stan wiedzy na temat użytkownika, sygnały wyjściowe zaś stanowią odpowiedź chatbota.

2.3. Zakres pracy

Rozdział trzeci niniejszej pracy poświęcony jest historii rozwoju chatbotów. Wyjaśnia on, na czym polega test Turinga, stanowiący podstawowe kryterium do określania zdolności maszyny do efektywnego komunikowania się z człowiekiem. Ponadto w sekcji tej dokonano przeglądu programów, które zapoczątkowały

kowały rozwój chatbotów na szeroką skalę, a także omówiono, jak proces ich rozwoju przebiega do dnia dzisiejszego.

Kolejny punkt pracy dotyczy metod ewaluacji chatbotów w zakresie lingwistycznym oraz pozalingwistycznym. Zawarte w nim zostały informacje na temat metod służących do określania zdolności linguabotów do posługiwania się językiem naturalnym oraz kryteria stosowane przy ewaluacji.

Następna część pracy opisuje technologie i metody wykorzystywane do tworzenia chatbotów oraz ich baz wiedzy. Ponadto przedstawiono w nim, w jaki sposób realizowana jest zdolność wirtualnego rozmówcy do uczenia się, a także na czym polegają mechanizmy usiłujące odwzorowywać ludzką inteligencję podczas konwersacji. Elementem zamykającym sekcję jest przegląd najefektywniejszych rozwiązań pod względem różnych zastosowań.

W rozdziale szóstym zawarte zostały rozważania na temat tego, co docelowo ma być przedmiotem rozmowy chatbota z użytkownikiem. Przedstawione i usystematyzowane zostały wydarzenia życiowe oraz podstawowe problemy interpersonalne, stanowiące podstawę tematów rozmowy, z którymi powiązana została baza wiedzy tworzonego systemu dialogowego.

W dalszej części skupiono się na charakterze człowieka i elementach definiujących jego osobowość. Przedstawiono najpopularniejsze klasyfikacje typów osobowości człowieka oraz wyodrębniono, która z tych klasyfikacji została wykorzystana przy realizacji chatbota. Określone zostały także elementy, dzięki którym możemy przypisywać ludziom cechy danego typu. W rozdziale tym znajdują się również informacje na temat, w jaki sposób chatbot powinien skutecznie wykorzystywać zebrane podczas rozmowy dane o charakterze człowieka, tak aby spełniać swoje zadanie, czyli odpowiednio reagować na wypowiedzi użytkownika.

Kolejne moduły pracy dotyczą części implementacyjnej projektu. W rozdziale siódmym zaprezentowany został plan aplikacji, jej wymagania oraz technologie wykorzystane do jej zbudowania. Wyjaśniona została także zasada działania algorytmu, wykorzystywanego przez chatbota do prowadzenia rozmowy oraz sposób konstruowania bazy wiedzy. Następna sekcja pracy poświęcona jest testowym rozmowom, przeprowadzonym ze zrealizowanym programem. Dziewiąty i dziesiąty rozdział natomiast zawiera podsumowanie tematu oraz wnioski dotyczące testów.

3. Historia chatbotów

3.1. Test Turinga

Znaczący wkład w rozwój chatbotów wniósł angielski matematyk i kryptolog Alan Mathison Turing. W 1950 roku opracował on test, który po dziś dzień uważa się za istotne kryterium badające zdolność maszyny do wykazywania przejawów inteligencji podobnej do ludzkiej. W swojej pracy „Computing Machinery and Intelligence" zajął się rozważaniem problemu „Czy maszyny potrafią myśleć?", przekształcając to pytanie w takie, które pozwala lepiej ocenić zdolność komputerów do zachowywania się w sposób ludzki [1]. Turing zaproponował test, w którym człowiek jako sędzia przeprowadza rozmowę w języku naturalnym z obiektem testowanym, którego tożsamość jest sędziemu nieznana. Może to być zarówno maszyna, jak i inny człowiek. Jeżeli po rozmowie sędzia nie może jednoznacznie określić czy rozmawiał z maszyną czy człowiekiem test zostaje rozstrzygnięty na korzyść maszyny. Rozmowa przeprowadzana jest przy założeniu, że obiekt testowany stara się zachowywać w sposób jak najbardziej podobny do ludzkiego. Idea testu pochodzi od gry polegającej na tym, że wybrana osoba zgaduje płci dwóch osób znajdujących się w innym pokoju, za pomocą serii pytań, które im zadaje, przy czym jedna z osób ma pomagać zadającemu pytania w poprawnym odgadnięciu płci, natomiast druga jak najbardziej utrudniać to zadanie.

W czasach, w których Turing pracował i przeprowadzał swoje badania pojęcie „myślących maszyn" stanowiło zagadnienie dość abstrakcyjne i sprzeczne. Fakt, iż przewidział on, że w ciągu kilku dziesięcioleci ten pogląd się drastycznie zmieni i komputery, które usiłują myśleć jak ludzie nie będą budziły niczyjego zdziwienia, wskazuje na to, jak bardzo trafne i innowacyjne były jego dokonania. W swojej pracy Turing przyłożył również dużą wagę do kwestii uczenia maszynowego, które uznał za znaczące w procesie rozwoju inteligentnych maszyn.

Mimo, że test Turinga wykorzystywany jest z powodzeniem do ewaluacji lingwistycznych zdolności maszyn, budzi nadal kilka wątpliwości. W pewnych przypadkach maszyna, aby być rozpoznaną jako człowiek, musiałaby symulować brak niektórych umiejętności. Np. chatbot zapytany o wynik bardzo skomplikowanego wyrażenia arytmetycznego musiałby albo bardzo długo zwlekać z odpowiedzią, albo po prostu jej nie udzielić. Komputery posiadają dużo większą moc obliczeniową niż ludzki mózg, przez co odpowiedź na takie pytanie jednoznacznie określiłaby kto jest rozmówcą. Kolejną wątpliwością jest fakt, iż wielu ludzi nie byłoby w stanie zaliczyć testu. Turing zwrócił w swojej pracy również uwagę na to, jak pozbawione sensu jest pytanie, czy maszyny myślą. Odnosząc to zagadnienie do ludzi, nie-

rozerwalnie z myśleniem związana jest samoświadomość . Jednak jedynym sędzią mającym możliwość upewnienia się, czy dana osoba ma świadomość własnego istnienia jest sam obiekt badania. Konkludując, nie ma odpowiedniej metody weryfikacji świadomości myślenia innej osoby czy maszyny. Na podstawie zasad testu Turinga organizowany jest od roku 1991 coroczny konkurs[2] wyłaniający chatbota, rozmowa z którym najbardziej przypomina rozmowę z człowiekiem. Pierwsza edycja została zorganizowana przez Hugh Loebnera oraz Cambridge Center for Behavioral Studies. Główna nagroda – tzw. Złoty medal oraz 100 tysięcy dolarów przeznaczona jest twórcy programu, który tak dobrze będzie naśladował konwersację, że niemożliwe będzie odróżnienie maszyny od człowieka. Przyznanie tej nagrody jest równoznaczne z zakończeniem organizowania zawodów. Do tej pory żaden program nie uzyskał aż tak dobrego wyniku. Co roku natomiast chatbotowi, który najlepiej oszukał sędziów przyznawany jest tzw. Brązowy medal oraz 3 tysiące dolarów. Sędziowie nie mogą zadawać testowanemu obiektowi pytań typu „jakiego koloru są twoje włosy?”, które jednoznacznie ukazałyby naturę rozmówcy.

Zasadniczo uznaje się, że nadal żaden chatbot nie jest w stanie w pełni przejść testu Turinga. Jednak w roku 2011 program Cleverbot stworzony przez Rollo Carpentera podczas technicznego festiwalu w Guwahati w Indiach, gdzie brał udział w formalnym teście Turinga, zdołał oszukać 59,3% rozmówców. Porównując, w tym samym przedsięwzięciu osoby poddane analogicznemu testowi uzyskały jedynie 63,3% głosów sędziów. Wydarzenie to uznawane jest za krok milowy w rozwoju chatbotów, wskazało bowiem, że postęp w tej dziedzinie następuje bardzo dynamicznie i być może w przyszłości takie wyniki uzyskiwane przez maszyny będą na porządku dziennym.

3.2. Popularne chatboty

3.2.1. Program ELIZA

ELIZA jest programem stworzonym w latach 1964-66 przez Josepha Weizenbauma, profesora informatyki z MIT. ELIZA był jednym z pierwszych programów symulujących konwersację z człowiekiem. Został zaimplementowany w bazującym na fortranie języku SLIP, opracowanym przez Weizenbauma w latach 60 ubiegłego wieku. Ideą tego projektu było stworzenie systemu dialogowego, który symulowałby rozmowę prowadzoną przez psychoanalityka. Dlatego generowane przez program wypowiedzi często zawierają cytowane zdania użytkownika i ich przekształcenia oraz opierają się na schematach wpasowujących się w założenia terapii skoncentrowanej na kliencie, wymyślonej przez psychoterapeutę Carla Rogersa w pierwszej połowie ubiegłego wieku.

Najważniejszymi problemami technicznymi, związanymi z implementacją chatbota typu ELIZA są:

- Identyfikacja najważniejszych słów kluczowych z wypowiedzi użytkownika
- Identyfikacja minimalnego kontekstu, w którym te słowa występują (np. zaimek „ja” poprzedza często słowo „jestem”)

- Wybór odpowiednich przekształceń wiadomości rozmówcy, tak aby za ich pomocą zasugerować rozwinięcie wypowiedzi
- Zapewnienie inteligentnej odpowiedzi programu, gdy wejściowa wypowiedź użytkownika nie zawiera słów kluczowych
- Mechanizm umożliwiający edycję i rozszerzanie bazy wiedzy o nowe informacje

Przykład przekształceń zdań przez program ELIZA:

1. User: It seems that you hate me.
   ELIZA: What makes you think I hate you?
2. User: I know everybody laughed at me.
   ELIZA: You say you know everybody laughed at you.
3. User: It's true. I'm unhappy.
   ELIZA: Do you think coming here will help you not to be unhappy?

Od nazwy programu pochodzi tzw. efekt Elizy – zjawisko z dziedziny sztucznej inteligencji, oznaczające przypisywanie przez ludzi znakom, frazom bądź zdaniom znaczenia, którego w rzeczywistości nie posiadają. Dzięki efektowi Elizy stosunkowo łatwo przekonać osobę do tego, że prowadzi konwersację z żywym człowiekiem, dopóki nie zdaje sobie ona sprawy z tego kim naprawdę jest jej rozmówca. Za pomocą losowych wyrażeń z pewnego zbioru i opracowanych schematów odpowiedzi można stworzyć iluzję myślącej, sensownie wypowiadającej się osoby. Innym, odleglejszym tematycznie przykładem efektu Elizy może być m.in. interpretowanie wzorów powstających z fusów w szklance.

3.2.2. PARRY

Parry jest chatbotem stworzonym w 1972 roku przez amerykańskiego psychiatrę Kennetha Colby'ego. Został napisany w języku MLISP (meta-lisp)[3]. Charakter jego wypowiedzi ma na celu symulowanie osoby chorej na schizofrenię paranoidalną. Parry był programem dużo bardziej zaawansowanym niż ELIZA. Technika, która wykorzystywał polegała na wplątywaniu w wypowiedzi krótkich historyjek. W latach 70 został poddany testowy Turinga, w którym grupę sędziów stanowiło 33 psychiatrów. Wyniki były nader zaskakujące, ponieważ poprawnie rozpoznało naturę chatbota 48% sędziów[2].

3.2.3. A.L.I.C.E.

Projekt A.L.I.C.E. (Artificial Linguistic Internet Computer Entity) został stworzony w 1995 roku przez dr. Richarda S. Wallace'a. Program napisany został pierwotnie w języku SETL – wysokopoziomowym języku programowania bazującym na matematycznej teorii zbiorów. W 1998 roku A.L.I.C.E. został przepisany na język Java [4]. Aktualnie istnieją implementacje w większości znanych językach. Kod źródłowy udostępniany jest na licencji wolnego oprogramowania i po dziś dzień nieprzerwanie trwają

prace nad ulepszaniem mechanizmów, na bazie których funkcjonuje aplikacja. Inspiracją do stworzenia tego chatbota był wspominany wcześniej program ELIZA. Implementacja A.L.I.C.E opiera się na języku znaczników AIML (Artificial Intelligence Markup Language), opracowanego także przez dr. Richarda S. Wallace'a. AIML znajduje obecnie swoje zastosowanie do budowania systemów dialogowych w wielu językach programowania. Istnieją interpretery, które pozwalają na wykorzystanie tego narzędzia, np. program AB w języku Java, Program# w C#, program Z w języku Lisp, ProgramR w Ruby, Program O w PHP czy J-Alice w C++ [5]. A.L.I.C.E. jest trzykrotnym zwycięzcą nagrody Hugh Loebner'a. Okazał się najinteligentniejszym chatbotem tych zwodów w roku 2000, 2001 oraz 2004.

3.2.4. Cleverbot i Jabberwacky

Cleverbot został stworzony w 1988 roku przez Rollo Carpentera [6]. Od 2006 roku aplikacja jest dostępna na stronie internetowej www.cleverbot.com, dzięki czemu każdy może przeprowadzić konwersację z tym chatbotem. Mechanizm rozmowy Cleverbota polega na sukcesywnym „uczeniu się" na podstawie każdej przeprowadzonej rozmowy. Szacuje się, że od powstania po dziś dzień program przeprowadził ponad 150 milionów rozmów. W 2001 roku, na festiwalu w Guwahati Cleverbot uzyskał zaskakujący wynik w teście Turinga – 59,3% sędziów uznało, że rozmawiało z człowiekiem. Twórcy podkreślają, że podczas testu dysponowano dużo większa mocą obliczeniową w porównaniu z programem dostępnym online. Z tego powodu konwersacja, którą można bezpłatnie za pomocą internetu przeprowadzić z chatbotem nie pokazuje pełnej gamy jego możliwości. Innym botem, skonstruowanym nieco wcześniej, w roku 1981 przez Rollo Carpentera jest Jabberwacky [7]. Bazuje on na podobnej zasadzie „uczenia się" co Cleverbot, jednak przy jego implementacji wykorzystano inne algorytmy. Od 1997, a więc znacznie wcześniej niż Cleverbot, program jest dostępny dla użytkowników internetu. Dwukrotnie – w roku 2005 i 2006 Jabberwacky wygrał konkurs o nagrodę Loebner'a. Obydwa chatboty przechowują dane z każdej rozmowy, jaką przeprowadzili, dzięki czemu dysponują ogromną bazą wiedzy. Działając w ten sposób, wykorzystują niejako inteligencję swojego rozmówcy w celu zbudowania własnej inteligentnej odpowiedzi.

3.2.5. Chatboty związane z psychologią

C.L.A.U.D.I.O.

Chatbot stowrzony przez twórcę A.L.I.C.E. Richarda Wallace'a. Jego zadaniem jest ustalenie typu osobowości rozmówcy według testu Enneagram. Przeprowadzenie konwersacji jest możliwe po uiszczeniu opłaty wynoszacej 9,99$ [5].

Freudbot

Chatbot zrealizowany w ramach projektu na uniwersytecie w Athabasca w Kanadzie. Projekt polegał na wykorzystaniu wizerunku wybitnej postaci w aplikacji wspomagającej naukę na odległość, tzn. za pomocą programu konwersacyjnego. Freudbot ma na celu symulację rozmowy z Sigmuntem Freudem,

jednak nie na zasadzie dialogu z psychiatrą, tylko z perspektywy studenta - można dyskutować na temat jego teorii, prac badawczych oraz biografii [8].

3.3. Rozwój chatbotów

W dobie Internetu i narastającej automatyzacji daje się zauważyć, że chatboty cieszą się bardzo dużym zainteresowaniem i zbiór dziedzin, w których znajdują swoje zastosowanie, coraz szybciej się powiększa. W związku z tym pojawia się potrzeba usystematyzowania systemów dialogowych według różnych kryteriów, związanych z zastosowaniem, poziomem zaawansowania, metodami generowania dialogu czy sposobem komunikacji z człowiekiem. Do tej pory nie istnieje jeden oficjalny podział, który systematyzuje te elementy. W niniejszej pracy zostanie zaprezentowana jedna z propozycji dostępnych w opracowaniach[9].

a. **Podział ze względu na mechanizmy kompetencji językowej**

Kompetencję językową możemy rozumieć jako mechanizm, dzięki któremu człowiek potrafi generować oraz interpretować poprawne i sensowne zdania, których nigdy nie słyszał ani wcześniej nie wypowiadał [10]. W tym zakresie możemy podzielić chatboty na dwie grupy. Grupa programów, które nie posiadają kompetencji językowych, czyli metod umożliwiających niejako rozumienie języka naturalnego. Odpowiedzi są ściśle zaprojektowane przez programistę, nie są w stanie odnieść się do wypowiedzi niepasującej do zdefiniowanego schematu. Programy te przeszukują treści za pomocą konkretnych słów kluczowych i w odpowiedzi generują odpowiednią, zaprogramowaną wcześniej reakcję na ten wzorzec. Chatboty posiadające kompetencję językową rozumieją w pewnym sensie język naturalny, potrafią wnioskować bądź uczyć się, a także interpretują wypowiedzi rozmówcy i wykorzystują zaawansowane metody, dzięki którym samodzielnie budują odpowiedź zwrotną.

b. **Podział ze względu na metody komunikacji**

W tym podpunkcie można wyróżnić chatboty, które porozumiewają się z użytkownikiem za pomocą interfejsu tekstowego. Rozmówca wpisuje wiadomość za pomocą klawiatury, po czym dialog zaktualizowany o wypowiedź chatbota pojawia się na ekranie monitora. Istnieja również chatboty, które posiadają syntezatory mowy i jednocześnie dysponują mechanizmami rozpoznającymi mowę rozmówcy. Kolejną grupę stanowią programy, które oprócz wyżej wspomnianych elementów komunikacji głosowej potrafią wyrażać emocje i uczucia za pomocą gestów i mimiki twarzy, dzięki posiadaniu realistycznej reprezentacji zewnętrznej. Oprócz tego istnieją chatboty mieszane, łączące wyżej opisane funkcjonalności.

c. **Podział ze względu na metody pozyskiwania wiedzy**

Według tego kryterium można wyodrębnić programy, które sukcesywnie „uczą się" poprzez każdą rozmowę, którą przeprowadzają bądź poprzez odpowiednie wypowiedzi w obrębie danego dialogu.

Przeciwne podejście zakłada istnienie stałego zestawu informacji, którymi dysponuje chatbot. Program nie powiększa zasobu swojej wiedzy, korzysta z niezmiennej bazy danych, zdefiniowanej na etapie implementacji przez programistę. Niektóre programy łączą obydwa wyżej wspomniane podejścia. Posiadają zarówno podstawową bazę wiedzy, jak i mechanizmy umożliwiające uczenie się.

d. **Podział ze względu na zaimplementowane cechy**

Klasyfikując chatboty ze względu na poziom zaawansowania i funkcjonalności, którymi dysponują możemy wyróżnić 4 generacje tych programów. Do botów I generacji zaliczamy wszystkie boty automatyczne, zastępujące prace człowieka. Można je spotkać na forach internetowych, komunikatorach, chatach. Mogą one zajmować się pilnowaniem kanału komunikacyjnego przed przejęciem bądź wychwytywać posty niezgodne z regulaminem forum. I generacja obejmuje również chatboty nieposiadające graficznej reprezentacji, a więc wszelkie programy konwersacyjne, komunikacja z którymi odbywa się za pomocą interfejsu testowego.

Chatboty II generacji reprezentują nieco wyższy poziom zaawansowania. Wykorzystują skomplikowane algorytmy sztucznej inteligencji do interpretowania wypowiedzi rozmówców oraz rozbudowanych baz wiedzy do generowania imitującej inteligencję odpowiedzi. Programy te posiadają reprezentację graficzną w postaci awatara bądź sekwencji filmów, przez które symulują postać człowieka. Nierzadko wyposażone są także w syntezator mowy. Wykorzystywane są m.in. w grach komputerowych, na stronach internetowych jako wirtualni doradcy oraz jako nauczyciele w kursach e-learningowych. Przykładem takiego bota jest wirtualny konsultant na stronie ZUS.

W przypadku botów III generacji mamy do czynienia z jeszcze większą trudnością odróżnienia postaci od człowieka. Chatboty te posiadają bardzo realistyczną oprawę opartą na grafice 3D. Oprócz tego wyposażone są w syntezator mowy oraz dysponują zestawem przekonywających gestów i mimiką twarzy. Co więcej, zapewniają dwukierunkową werbalną komunikację, dzięki wbudowanym mechanizmom do rozpoznawania mowy. Przykładem takiego systemu dialogowego jest Digital Emily – chatbot stworzony w 2009 roku w ramach projektu na Uniwersytecie Południowej Kalifornii [11].

Elementy komunikacji niewerbalnej posiadają bardzo duże znaczenie podczas porozumiewania się. Dlatego w celu zapewnienia jak najefektywniejszej komunikacji z wirtualnym rozmówcą należy zadbać o to, by dysponował odpowiednimi mechanizmami niewerbalnego przekazu. Technologią, która umożliwia nadanie wirtualnym postaciom ludzkich cech w zakresie poruszania się i mimiki jest Motion Capture (mocap). Polega ona na przechwytywaniu trójwymiarowych ruchów aktora wyposażonego w czujniki i export nagrania do komputera, gdzie poddawane jest dalszej obróbce. Do przechwytywania oprócz ruchów ciała także mimiki twarzy służy podobna technika – Performance Capture.

Ze względu na innowacyjność oraz zaawansowane techniki sztucznej inteligencji, jakimi się posługują chatboty III generacji mogą przyczynić się do współtworzenia zasobów Internetu w erze Web 3.0. Funkcjonalności, które w ramach tego mogą zapewniać to m.in. zaawansowane wyszukiwanie treści, pełna obsługa podczas internetowych zakupów oraz profesjonalne doradztwo, bazujące na szczegółowym selekcjonowaniu i syntezowaniu danych znalezionych w sieci.

Biorąc pod uwagę narastającą informatyzację oraz dynamiczny rozwój w dziedzinie sztucznej inteligencji można mówić o jeszcze jednej generacji chatbotów, która w niedalekiej przyszłości może być powszechnie stosowana. Mowa tutaj o IV generacji, której głównym celem będzie skuteczne wykrywanie potrzeb człowieka i reagowania na nie, na podstawie obserwacji werbalnych i niewerbalnych oznak ludzkiej inteligencji. Istnieje wiele podziałów systematyzujących potrzeby człowieka. Jeden z nich wyróżnia 4 rodzaje: potrzeby fizjologiczne, inteligencji, osobowości oraz duchowe [12]. Podział potrzeb w ten sposób pozwala nawiązać do możliwość ich analizowania przez maszynę. Najmniej skomplikowaną grupą pod względem wykrywalności cech charakterystycznych metodami lingwistyki komputerowej jest zestaw potrzeb osobowościowych. Dotyczą one różnic w budowie mózgu, dominacji półkul mózgowych, stosunku ilościowego neurotransmiterów do wychwytujących je receptorów, a także cech dziedzicznych i nabytych w procesie dorastania. Elementy te warunkują indywidualne preferencje człowieka dotyczące stylu życia, aspiracji, ludzi w najbliższym otoczeniu, wykonywanej pracy, sposobu prowadzenia rozmowy oraz samego zachowania w różnych sytuacjach. Typy osobowości oraz odpowiadające im predyspozycje i potrzeby zostały szerzej omówione w rozdziale 6. Oprócz algorytmów obserwacji i wyodrębniania cech określających potrzebę, ważne jest, aby system umiał odpowiedzieć reakcją, która sprawi że dana potrzeba zostanie zaspokojona bądź przynajmniej wygaszona. W odniesieniu do chatbotów sprowadza się to m.in. do umiejętnego prowadzenia konwersacji, używania zwrotów i sformułowań dostosowanych do preferencji osobowościowych człowieka. Tego typu zastosowania zaczynają być obecnie stosowane np. w systemach CRM(Customer Relationship Management), które mają za zadanie automatyzować i wspomagać zarządzanie relacjami między klientem a organizacją. Podsumowując, w pracach IV generacji botów dąży się do tego, aby wprowadzić w życie systemy dialogowe, które będą tak trafnie wychodzić naprzeciw ludzkim potrzebom, że zdołają zastąpić lub nawet przewyższyć pod tym względem efektywność człowieka.

Poniżej znajduje się tabela prezentująca cechy chatbotów, kwalifikujące je do poszczególnych generacji.

Cechy	I generacja	II generacja	III generacja	IV generacja
Zastępowanie człowieka	x	x	x	x
Praca automatyczna	x	x	x	x
Wizualizacja graficzna postaci		x	x	x
Analiza znaczeniowa tekstu		x	x	x
Syntezator mowy		x	x	x
Rozpoznawanie mowy			x	x
Fotorealistyczna wizualizacja postaci			x	x
Symulowanie komunikacji niewerbalnej			x	x
Wykonywanie zadań Web 3.0			x	x
Identyfikacja osobowości rozmówcy				x
Wykrywanie potrzeb człowieka				x
Zaspokajanie ludzkich potrzeb				x

Tablica 3.1: Cechy kwalifikujące chatboty do poszczególnych generacji

4. Ewaluacja chatbotów

4.1. Ewaluacja w zakresie lingwistycznym

Ewaluacja chatbotów w zakresie lingwistycznym bada zdolność maszyny do posługiwania się językiem naturalnym. Zagadnienie to łączy się ze wspomnianym w poprzednim rozdziale pojęciem kompetencji językowej. Sformułowanie to zostało wprowadzone przez Chomsky'ego na przełomie lat pięćdziesiątych i sześćdziesiątych, przy okazji opracowywania koncepcji gramatyki generatywnej, która skupia się na wyjaśnieniu kompetencji rozmówcy w zakresie tworzenia i rozumienia zdań języka. W procesie rozwoju systemów dialogowych istotną rolę stanowi problem tworzenia systemów z emulowaną kompetencją językową. Zagadnienie to znajduje się w obszarze kilku dziedzin: informatyki, językoznawstwa oraz sztucznej inteligencji. Istotą tego problemu jest zapewnienie strukturze językowej (np. zdaniu) poprawności w trzech zakresach: składniowym, semantycznym oraz pragmatycznym. Poprawność składniowa zdania determinowana jest przez reguły budowania wyrażeń w danym języku, nie ingeruje natomiast w poprawność znaczeniową. Tym aspektem zajmuje się semantyka. Zdanie jest poprawne w sensie semantycznym, gdy istnieje model rzeczywistości, w którym to zdanie jest sensowne. Warto zauważyć, że wyrażenie niepoprawne składniowo może spełniać warunki poprawności semantycznej. Szerszy zasięg posiada pojęcie poprawności pragmatycznej. Odnosi się ono bowiem do wszystkich wyrażeń, nie tylko tych które rozpatruje się w kategorii zdań.

Pierwsze systemy modelujące kompetencję językową pojawiły się w latach sześćdziesiątych. Przykłady takich systemów:

– BASEBALL (Green, Wolf, C.Chomsky, Laughery, University of California, 1963) - jeden z pierwszych systemów odpowiadających na pytania

– LUNAR (Woods, BBN, 1972) system konsultowania bazy danych na temat próbek gruntu księżycowego pobranych przez Apollo 11

– LADDER (Hendrix, Sacredotti, Sagalowicz, Slocum, SRI, 1978) - system dialogowego dostępu do rozproszonych baz danych

– HAM-ANS (1981-86) i WISBER (Hahn, Hoeppner, Morik, Marburger i inni, Hamburg, 1986-89) - dialog na temat rezerwacji hotelowej w j. niemieckim

– ORBIS (Colmerauer, Kittredge, ok. r. 1983) - pytania do prologowej bazy danych na temat planet układu słonecznego

– Watson (Thomas J. Watson, pierwsza wersja - 2006) – superkomputer stworzony przez IBM do odpowiadania na pytania zadawane w języku naturalnym

– POLINT(Vetulani Z., 1985) - prototyp systemu odpowiadającego na pytania w języku polskim

Do ewaluacji wyżej opisanych programów może służyć system Question Answering, w którym program ma za zadanie zwrócić jedną odpowiedź na zadane pytanie. Odpowiedź ta jest oceniana według kryteriów określających m.in. dokładność, użyteczność, kompletność, istotność oraz czas wygenerowania.

Inną metodą do testowania kompetencji chatbotów jest zastosowanie testu Turinga, na którym opiera się wspominany we wcześniejszych rozdziałach niniejszej pracy konkurs o Nagrodę Loebnera a także istniejący od 2001 roku Chatterbox Challenge [13].

4.2. Ewaluacja w zakresie pozalingwistycznym

Kryteria dotyczące tej kwestii nie zostały jeszcze w pełni i jednomyślnie określone[14]. Przyjmuje się, że ewaluacja w zakresie pozalingwistycznym powinna dotyczyć następujących elementów:

- **Zrozumiała dla rozmówcy prezentacji informacji**

  Duże znaczenie w tym obszarze posiada mimika twarzy. Nadaje ona ekspresji wypowiedzi i podkreśla jej odpowiednie fragmenty. Do parametrów, które są brane pod uwagę przy budowaniu, a później ocenie możliwości artykulacyjnych chatbota należą m.in. rotacja żuchwy, przesunięcia warg, rozszerzanie się ust oraz wysokość końcówki języka.

- **Reakcja na usłyszane informacje**

  Wiarygodności podczas rozmowy dodaje odpowiedzni mimika i gestykulacja, wyrażające adekwatne do wypowiedzi rozmówcy emocje. Wskazuje to na zrozumienie usłyszanej wiadomości. W przypadku gdy rozmówca opowiada żart, chatbot powinien wyrażać wesołość, gdy opowiada coś smutnego, jego mimika powinna symulować smutek.

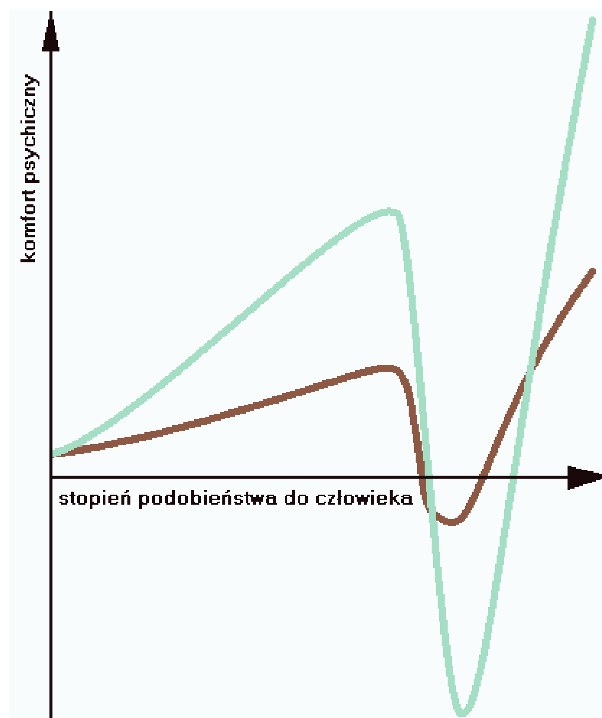
- **Prozodia**

  Prozodia, czyli w znaczeniu informatycznym intonacja syntezowanej mowy, wiąże się z odpowiednim artykułowaniem różnych rodzajów wypowiedzi. Inna intonacja powinna występować w przypadku pytania, inna dla wykrzyknienia. Właściwe zastosowanie tych zasad zwiększa naturalność wypowiedzi.

- **Wyrazistość i nastawienie bota**

  Nadanie chatbotowi odpowiedniego tonu wpływa na jego wyrazistość, tzn. sposób w jaki rozmówca odbiera jego nastawienie. Głos wysoki i ciepły może być odbierany jako przyjazny, natomiast niski jako wrogi i niechętny. W ten sposób można modelować pewne elementy osobowości chatbota.

Z oceną wyglądu zewnętrznego rozmawiającego robota związane jest pojęcie „doliny niesamowitości”, sformułowane w latach siedemdziesiątych przez japońskiego konstruktora Masahiro Mori. Według przeprowadzonych przez niego badań, reakcja emocjonalna człowieka na wygląd zewnętrzny człowieka zmienia się wraz z podobieństwem robota do człowieka. Do pewnego momentu, im więcej cech ludzkich przejawia maszyna tym wydaje się sympatyczniejsza dla człowieka. Jednak, gdy robot jest zbyt zbliżony do postaci ludzkiej zaczyna się pojawiać uczucie dyskomfortu lub wręcz strachu. Poniżej przedstawiony został poglądowy wykres Masahito Moriego dla obiektów ruchomych(kolor niebieski) i nieruchomych (kolor brązowy).



Rysunek 4.1: Dolina niesamowitości

5. Tworzenie chatbotów

5.1. Metody implementacji chatbotów

5.1.1. AIML

Jednym ze sposobów tworzenia bazy chatbotów jest wykorzystanie języka AIML, wspomnianego wcześniej na łamach niniejszej pracy w rozdziale 3.2.3. AIML jest językiem znaczników opartym na XML, opracowanym przez Richarda Wallace i rozwijanym w latach 1995-2000 przez społeczność wolnego oprogramowania A.L.I.C.E.. Istnieje wiele dostępnych interpreterów tego języka dla większości znanych języków programowania (Java, C++, Ruby, C#, Lisp, PHP, Pascal, Python itp.). Od stycznia 2013 roku jest dostępny również nowy standard tego języka – AIML 2.0.

Podstawową jednostką wiedzy w języku AIML są tzw. kategorie, reprezentowane przez znacznik <categories> [4]. Każda kategoria zawiera wejściowe zapytanie, wyjściową odpowiedź i opcjonalny kontekst. Zapytanie wejściowe, czyli wypowiedź rozmówcy rozpoznawane jest przez wzorzec (znacznik <pattern>), natomiast odpowiedź zdefiniowana jest przez znacznik <template>. Opcjonalny kontekst określany jest przez jeden z dwóch możliwych typów: <that> lub <topic>. Zasadniczo schematy języka AIML składają się ze słów, spacji oraz symboli * i _, przy czym słowa nie mogą zawierać innych znaków niż litery i cyfry. Znacznik <that> może pojawić się wewnątrz kategorii i zawarty w nim wzorzec musi pasować do ostatniej wypowiedzi chatbota. Natomiast Tag <topic> może znajdować się na zewnątrz kategorii i służy do ich grupowania.

Dzięki wbudowanemu znacznikowi <srai> AIML umożliwia implementację różnych mechanizmów, m.in. rekursji, ustalania synonimów, wykrywania słów kluczowych w odpowiednich miejscach wiadomości wejściowej, wykrywania możliwych błędów w zdaniu rozmówcy, konstruowanie reguł warunkowych.

Przykłady reguł zapisanych w języku AIML:

```
<category>
<pattern>DO YOU KNOW WHO * IS</pattern>
<template><srai>WHO IS <star/></srai></template>
</category>
```

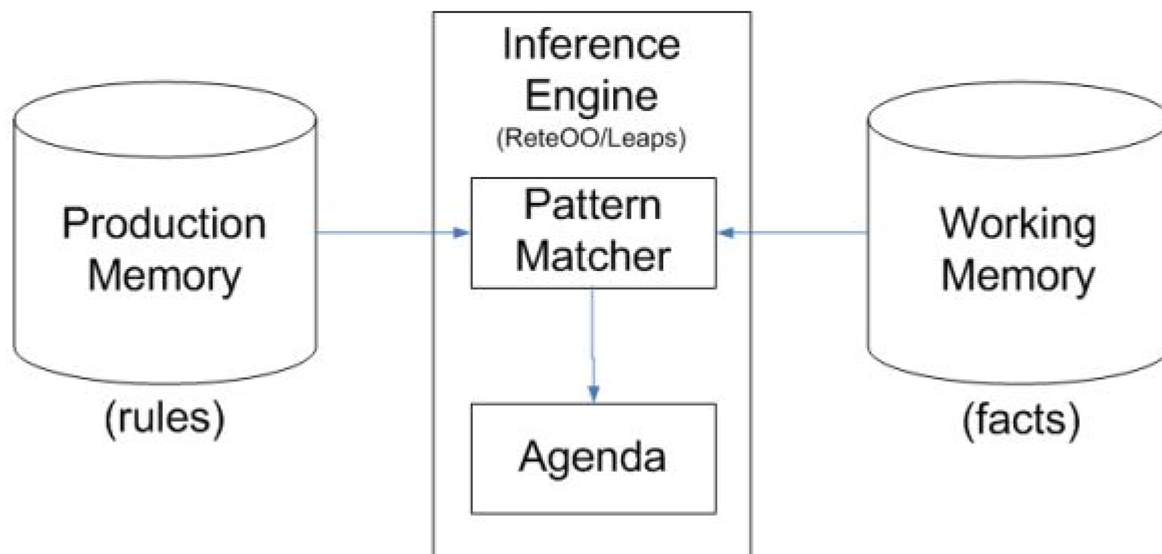
Spośród wzorców wyszukiwany jest ten, który pasuje do wypowiedzi rozmówcy. Znak * reprezentuje dowolny ciąg znaków bez spacji wprowadzony przez użytkownika. W odpowiedzi chatbota ciąg ten wstawiany jest w miejsce <star/>.

```
<category>
<pattern>HELLO</pattern>
<template>Hi there!</template>
</category>
<category>
<pattern>HI</pattern>
<template><srai>HELLO</srai></template>
</category>
<category>
<pattern>HI THERE</pattern>
<template><srai>HELLO</srai></template>
</category>
<category>
<pattern>HOWDY</pattern>
<template><srai>HELLO</srai></template>
</category>
<category>
<pattern>HOLA</pattern>
<template><srai>HELLO</srai></template>
</category>
```

Powyższy przykład prezentuje obsługę synonimów.

5.1.2. Silniki języków regułowych

Innym sposobem projektowania chatbotów jest zastosowanie silników regułowych. Przykładem takiego silnika jest silnik Drools. Stanowi on bibliotekę programistyczną, napisaną w języku Java, którą można dołączyć do implementowanego projektu. Podejście, którym kieruje się ten silnik określa wynikowe cele postawionych zadań, nie skupia się natomiast na tym, jak to zadanie ma być wykonane. Głównym elementem silnika Drools jest tzw. maszyna wnioskująca, której zadaniem jest dopasowywanie faktów do istniejących reguł, czego wynikiem jest wyzwolenie odpowiedniej akcji zdefiniowanej w regule. W następstwie uruchomienia danej akcji zmieniane są właściwości bądź stan obiektu. Za dopasowywanie reguł i kolejność ich wykonywania odpowiada tzw. algorytm RETE. Silniki reguł znajdują swoje zastosowanie w problemach nie w pełni zrozumiałych, w których logika sytemu zmienia się często bądź tam, gdzie tradycyjne programowanie nie spełnia swojego zadania[15].



Rysunek 5.1: Schemat silnika regułowego

Językami umożliwiającymi deklaratywne programowanie i opieranie się na wnioskowaniu są m.in. Prolog oraz Lisp, który posłużył do implementacji prototypu programu ELIZA w latach 60. ubiegłego wieku. Do zalet wykorzystania tego podejścia w stosunku do innych technologii, w których można tworzyć programy konwersacyjne, należy m.in. szereg narzędzi, które ułatwiają tworzenie reguł i mogą być stosowane nawet przez osoby niebędące profesjonalnymi programistami. Oprócz tego, rozbudowywanie bazy wiedzy o nowe fakty i reguły jest stosunkowo proste, dzięki czemu rozwój aplikacji nie stanowi problemu. Komplikacją może okazać się natomiast złożoność instrukcji warunkowych, która w przypadku zaawansowanego systemu staje się za duża.

5.1.3. Mechanizmy skojarzeniowe

Mechanizmy skojarzeniowe[16] lub inaczej asocjacyjne są zagadnieniem rozwijanym w ramach badań sztucznej inteligencji. Rozwój badań z nimi związanych ma na celu opracowanie mechanizmów jak najbardziej przypominających sposobem działania te, które występują w ludzkich układach nerwowych. Obecnie stosowane w informatyce systemy skojarzeniowe tylko w niewielkim stopniu wykazują takie podobieństwo. Co więcej, struktury takie, np. tablice asocjacyjne nie odwzorowują wiernie skomplikowanych powiązań w biologicznych układach nerwowych.

Mechanizm kojarzenia stanowi bardzo złożone zagadnienie. Do tej pory nie zostały w pełni poznane wszystkie algorytmy, które wykorzystuje ludzki mózg, aby uzyskać efekt skojarzenia. Istotne w tym procesie jest kontekst, podobieństwo, kolejność, i czas napływu danych, a także aktualny stan wiedzy.

W przeciwieństwie do algorytmów wykorzystywanych w informatyce, podczas kojarzenia nie są wykorzystywane instrukcje warunkowe ani pętle iteracyjne, wszelkie korelacje są rozpoznawane za pomocą istniejących struktur połączeń między układami danych. Kolejną specyficzną cechą procesów aso-

cjacyjnych jest możliwość automatycznej modyfikacji poprzez plastycznie dostosowywane reakcje na napływające dane.

Do struktur, które określane są w informatyce mianem mechanizmów skojarzeniowych zalicza się m.in. epizodyczne pamięci asocjacyjne, sieci Hamminga, wielokierunkowe pamięci asocjacyjne, pamięci asocjacyjne bazujące na sieciach Hopfielda, a także dwukierunkowe pamięci asocjacyjne.

Asocjacyjna sztuczna inteligencja stanowi nowy, innowacyjny kierunek w informatyce. Określa ona zdolność sztucznego systemu skojarzeniowego do wykazywania automatycznych reakcji na napływające dane, co realizowane jest poprzez aktywację skojarzeń, powstałych na bazie wiedzy wokół jego potrzeb. Systemy takie posiadają różny stopień zaawansowania, a także zróżnicowane możliwości, co wiąże się ze specyfikacją potrzeb danego systemu, jego strukturą, przeznaczeniem, ilością i jakością elementów odpowiedzialnych za interakcję ze światem zewnętrznym. Istotną cechą sztucznych systemów asocjacyjnych jest uogólnianie, które zapewnia efekt pozornej niedoskonałości działania na różnych poziomach przetwarzania informacji. Inaczej niż w systemach informatycznych, gdzie możliwość błędów i niedokładności w przetwarzaniu danych jest niemal eliminowana, w sztucznych systemach asocjacyjnych występuje analogia do systemów biologicznych, których działanie opiera się na płynnych zmianach układów danych, zależących m.in. od otoczenia czy kontekstu i wynikających z kombinacji połączeń między neuronami. Kolejną cechą, wspólną zarówno biologicznym jak i sztucznym systemom skojarzeniowym jest automatyczne programowanie w zależności od danych. Dzięki temu nie ma konieczności odwoływania się do żadnej zewnętrznej inteligencji, aby zachodziły procesy uczenia się oraz rozwoju inteligencji zaadaptowanej w systemie. W przeciwieństwie do współczesnych maszyn, które, w celu pozyskania nowych umiejętności muszą zostać zaprogramowane z zewnętrznego źródła, systemy skojarzeniowe wykorzystują mechanizmy automatycznego programowania, pozwalające im efektywniej, skrupulatniej i w szerszym zakresie pozyskiwać bądź systematyzować wiedzę. Oprócz tego w każdym sztucznym systemie skojarzeniowym konieczne jest zdefiniowanie potrzeb, dzięki którym działania systemu cechuje automatyczność i ukierunkowanie na konkretny cel. W przypadku braku określenia potrzeb w systemie zachodziłaby konieczność wzbudzania skojarzeń z zewnątrz, ponieważ czynniki uruchamiające odpowiednie procesy nie byłby znane strukturze asocjacyjnej. Jednostki semantyczno-skojarzeniowe powstające w neuronach systemów skojarzeniowych i będące kombinacjami bodźców, ich układów, a także reprezentujące wcześniej wspomniane potrzeby nazywane są semasselami[16]. Są to elementy mogące zmieniać swoją strukturę z czasem oraz wpływać na inne jednostki informacji – neurony, semassele czy procesy kojarzenia. Stanowią one obszerne zagadnienie z racji swojego znaczenia w organizacji sekwencji komponentów i pracy mechanizmów w układach skojarzeniowych. Opisane struktury i cechy sztucznych systemów powstały w celu odwzorowania form występujących w układach biologicznych, których skomplikowane, wieloaspektowe funkcje wewnętrzne, reprezentujące odmienne podejście niż metody stosowane dotychczas w informatyce stały się inspiracją do prac nad asocjacyjną sztuczna inteligencją. Układy nerwowe organizmów żywych dysponują również innymi czynnikami, mającymi wpływ na procesy skojarzeniowe. Należą do nich m.in. hormony uwalniające się w mózgu pod wpływem silnych emocji. Mogą one np. przyspieszać bądź ukierunkowywać procesy utrwalania, formowania czy

wyszukiwania skojarzeń. W dobie obecnych architektur komputerowych nie istnieje możliwość efektywnej reprezentacji sztucznych struktur asocjacyjnych, które wystarczająco wiernie odwzorowywałyby elementy biologicznych systemów. Przyczyn należy szukać m.in. w sposobie przechowywania danych we współczesnych komputerach, który bazuje na oddzielnych, niemających na siebie wpływu komórkach pamięci, niewystępujących w biologicznych systemach skojarzeniowych.

Kluczową kwestią w rozważaniach na temat sztucznych układów asocjacyjnych i związanej z nimi inteligencji jest pytanie czy istnieje możliwość w pełni zamodelować w ich strukturach, elementy, które składają się na mechanizmy realizujące procesy myślowe w ludzkim mózgu. Umysł człowieka stanowi specyficzną platformę zdolną zaadaptować szereg różnych typów inteligencji oraz posiadającą niezbadane dotąd podzespoły, które odpowiadają za szereg akcji abstrakcyjnych z punktu widzenia systemów komputerowych, w związku z tym zagadnienie poruszane w bieżącym podrozdziale może stanowić punkt zwrotny w rozwoju nie tylko systemów dialogowych, które są przedmiotem niniejszej pracy, ale także całej informatyki.

5.2. Odwzorowanie inteligencji człowieka

System posiadający inteligencję można rozumieć w dwojaki sposób. Z jednej strony określa się go jako system myślący jak człowiek bądź myślący racjonalnie. Z drugiej zaś brane jest pod uwagę jego inteligentne, czyli racjonalne, albo przypominające działania człowieka zachowanie. Warto zwrócić uwagę na fakt, że należy rozróżnić inteligencję związaną z racjonalnym rozwiązywaniem problemów, a podejściem symulującym działania człowieka. Zachowanie człowieka i jego decyzje nierzadko dyktowane są abstrakcyjnymi pobudkami, związanymi z intuicją i emocjami, zatem racjonalizm i metodyczne postępowanie nie zasymulują w pełni ludzkiej inteligencji. W związku z tym często wyróżnia się dwa rodzaje inteligencji maszyn: silną i słabą. Słaba związana jest z modelowaniem jedynie przejawów inteligencji człowieka, a więc nastawiona jest na osiąganie efektów, które sprawiałyby wrażenie wykonanych przy użyciu inteligentnych istot. Natomiast silna inteligencja posiada znaczenie głębsze. Dąży ona do tworzenia systemów samodzielnie myślących, co wiąże się z próbami sztucznego kreowania osobowości i charakteru. Prace z dziedziny informatyki częściej skupiają się na modelu słabej inteligencji, ponieważ wątpliwość stanowi kwestia, czy ludzkie procesy myślowe i te implementowane maszynom są na tyle pokrewne, aby istniała możliwość uczynienia ich tożsamymi.

Ponieważ dziedzina sztucznej inteligencji jest dość rozległa, można ja podzielić na kilka grup.

- **Automatyczne wnioskowanie** - wykorzystywane jest m.in. w systemach dowodzenia twierdzeń i systemach eksperckich. Bazuje na tezach logiki formalnej budujących reguły wnioskowania, które służą do automatycznego wyprowadzania nowych faktów na podstawie tych już znanych. W dużej mierze metody te opierają się na algorytmach dedukcji.

- **Przeszukiwanie** - algorytmy przeszukiwania stosuje się powszechnie do rozwiązywania problemów w grach planszowych. Schemat postępowania tych algorytmów polega na znalezieniu najlepszego rozwiązania przy zdefiniowanej przestrzeni stanów początkowych i końcowych oraz przy określonych operatorach, pozwalających poruszać się po tej przestrzeni. Przyjmowane jest odpowiednie kryterium, według którego następuje wyselekcjonowanie rozwiązania optymalnego. Często również stosuje się algorytmy heurystyczne.

- **Planowanie** - łączy w sobie cechy dwóch powyższych grup, czyli wnioskowania i przeszukiwania, w celu znalezienia rozwiązania problemu.

- **Uczenie się** - uczeniem się systemu można nazwać każdą autonomiczną, zachodzącą na podstawie doświadczeń zmianę, która prowadzi do poprawy jakości działania tego systemu [17]. Motywacja do konstruowania programów samodzielnie uczących się wynika z potrzeby rozwiązywania zadań o złożoności, która uniemożliwia tworzenie efektywnych algorytmów klasycznej inżynierii oprogramowania. Programy uczące się wykorzystują abstrakcyjne algorytmy, które spełniają swoje zadanie, gdy na podstawie doświadczeń zostają parametryzowane. Uściślając, uczenie się stanowi pewien sposób konkretyzacji problemu.

5.3. Uczenie maszynowe

Znaczenie uczenia maszynowego w procesie rozwoju inteligentnych systemów dialogowych podkreślał już w latach 50. Alan Turing na łamach swojej pracy. Badania i projekty związane z tym zagadnieniem sprowadzają się do rozwiązania problemu, jak konstruować programy, które automatycznie doskonalą się nabywając doświadczenie. Koncepcje uczenia maszynowego znajdują się na pograniczu wielu dziedzin: statystyki, teorii informacji, sztucznej inteligencji, kognitywistyki, teorii sterowania, a także biologii i filozofii.

Pojęcie uczenia się w ujęciu ogólnym stanowi jedną z podstawowych potrzeb ludzkiej inteligencji. Można ją realizować w różnoraki sposób – *praktycznie*, co prowadzi do nabywania do kolekcjonowania doświadczeń, *pasywnie*, poprzez podświadome obserwowanie otoczenia, co skutkuje budowaniem tzw. intuicji oraz *teoretycznie*, czyli kreując swoją wiedzę. Zatem proces ten można rozumieć jako adaptację pewnych parametrów, które mogą prowadzić do zmian zachowania, formowania osobowości, nabywania wiedzy i umiejętności, stopniowego przystosowywania się do środowiska, poszerzania kontekstu myślenia, a także wypracowywania reakcji na przyszłe sytuacje.

Uczenie się maszyn w rozumieniu kreowania kompetencji można klasyfikować według szeregu kryteriów. Należą do nich: reprezentacja zbioru wiedzy, wykorzystanie tej wiedzy, źródło i postać informacji trenujących oraz mechanizmy pozyskiwania wiedzy. Celem wprowadzania tych metod do praktycznego zastosowania jest redukcja kosztów wytwarzania produktu przez maszyny, a także zwiększenie ich efektywności, bezawaryjności i wydajności działania.

Reprezentacja wiedzy determinuje wybór odpowiednich algorytmów jej przetwarzania. Przykładami takich reprezentacji mogą być drzewa decyzyjne, sieci semantyczne, automaty skończone, zestawy formuł predykatów i reguł, a także rozkłady prawdopodobieństwa. Wykorzystywanie wiedzy wiąże się ze sposobem jej używania, które zazwyczaj jest warunkowany przez cel oraz przyjętą reprezentację. Według standardowego podziału rozróżniamy metody uczenia z nauczycielem (z nadzorem) lub bez. W metodach uczenia się z nauczycielem uczeń otrzymuje przykłady zachowań jakich się od niego oczekuje przy określonym zestawie danych wejściowych. Natomiast metody uczenia się bez nauczyciela pozbawiają ucznia wiedzy o pożądanych odpowiedziach, uczy się ich poprzez obserwacje przykładów.

Inną formą, podobną do uczenia z nauczycielem jest *uczenie się na podstawie zapytań*. W tym podejściu uczeń otrzymuje odpowiednie informacje również od nauczyciela, ale jedynie po uprzednim wysłaniu zapytania. Inny sposób polega na *uczeniu się przez eksperymentowanie*, co oznacza, że uczeń generuje pewne wyjścia i na podstawie obserwacji ich konsekwencji zdobywa doświadczenie pozwalające mu na polepszanie rezultatów działań. Wyróżnić można również *uczenie się z wzmocnieniem (krytykiem)*. Polega ono na tym, że sekwencje informacji, które są przedmiotem uczenia są poddawane ocenie nauczyciela (krytyka). Zdobywanie wiedzy kierowane jest systemem wartościującym. Informacja trenująca określa czy dane działanie było dobre czy złe, jednak nie przekazuje instrukcji. Dlatego tę metodę można nazwać również uczeniem się przez eksperymentowanie z pomocą krytyka. Mechanizm odpowiedzialny za proces nabywania wiedzy jest w większości przypadków zdeterminowany przez reprezentację wiedzy oraz postać informacji trenującej.

Warto mieć na uwadze to, że podział w tym zakresie jest dość płynny i nie wszystkie algorytmy można jednoznacznie przyporządkować do konkretnej grupy.

Teoria inferencyjna uczenia się mówi, że jest to proces dwuetapowy, składający się z generowania wiedzy poprzez wnioskowanie oraz zapamiętywanie pozyskanych informacji. Wnioskowanie opiera się na wrodzonej wiedzy ucznia i informacji trenującej, która przetwarzana jest za pomocą operatorów zwanych transmutacjami wiedzy. Hipotezami natomiast określa się wnioski wysunięte przez ucznia.

Symboliczne przedstawienie przebiegu wnioskowania [17]: P $\wedge W \models K$

gdzie

P – zbiór przesłanek

W – wiedza wrodzona ucznia

K – zbiór wniosków

Wzór powyższy można interpretować dwojako, wyjaśniając tym samym działanie dwóch typów wnioskowania. W podejściu najbardziej intuicyjnym, gdy zapis czytany jest „w przód” wiedza generowana K jest logiczną konsekwencją zbioru przesłanek (informacja trenująca) P i wiedzy wrodzonej ucznia W, co opisuje wnioskowanie *dedukcyjne*. W sytuacji, gdy analizujemy wzór „od końca” symbol K oznacza informację trenującą, a P – zbiór konkluzji, otrzymujemy symboliczne wyjaśnienie typu wnioskowania *indukcyjnego*, zwanego nierzadko uczeniem się na przykładach.

Zastosowanie uczenia się maszyn:

- **Bazy danych**
  - użytkowanie i analiza dużych zbiorów danych, wymagających częstych aktualizacji
  - wykrywanie i analiza zależności w bazach danych
- **Teoria sterowania**
  - poszukiwanie strategii optymalnego sterowania
- **Robotyka**
  - robotyka przemysłowa
  - robotyka medyczna
  - robotyna maszyn mobilnych
- **Inżynieria oprogramowania**
  - tworzenie inteligentnych interfejsów użytkownika, dostosowujących się do jego preferencji
  - planowanie i zarządzanie systemami informatycznymi
  - diagnostyka błędów oprogramowania
- **Komunikacja w języku naturalnym**
  - rozpoznawanie mowy ludzkiej
  - automatyczne tłumaczenia
  - analiza języka naturalnego

6. Charakter i osobowość człowieka

6.1. Klasyfikacja typów osobowości

Osobowość człowieka definiuje indywidualny i zmienny zespół cech człowieka, które określają jego zachowanie, potrzeby i aspiracje na poziomie intelektualnym, charakterologicznym, fizjologicznym oraz duchowym. Działem nauki, zajmującym się badaniami nad osobowością jest teoria osobowości. Opisuje ona zbiór założeń odnoszących się do zachowań człowieka, a także zawiera niezbędne definicje empiryczne. Według jednej z definicji, celem badań psychologicznych nad osobowością jest ustalenie praw określających jak różni ludzie będą postępować w różnych rodzajach sytuacji społecznych i ogólnych sytuacjach środowiskowych. Na podstawie różnych koncepcji teorii osobowości można wyróżnić wiele podejść do klasyfikacji typów osobowości człowieka. Jedną z najpopularniejszych typologii jest koncepcja opracowana na początku XX wieku przez Carla Gustava Junga. Zakłada ona istnienie dwóch postaw: introwertycznej i ekstrawertycznej, które rozróżnialne są na poziomie funkcji sposobu myślenia i doznawania, a także uczuć i intuicji. Na bazie teorii Junga opracowane zostało jedno z najbardziej znanych narzędzi do diagnozy typu osobowości – Wskaźnik Typów Meyers-Briggs. Wskaźnik ten pozwala sklasyfikować 16 typów osobowości na podstawie Jungowskiego rozróżniania typów:

- ekstrawertyk – introwertyk
- typ akcentujący myślenie – typ uczuciowy
- typ doznaniowy – typ intuicyjny
- typ oceniający – typ percepcyjny (wprowadzonego przez autorkę Isabel Meyers)

Według tej koncepcji typ osobowości można uznać za wariację wyżej wymienionych cech. Ekstrawertyków charakteryzują ludzie z szerokim wachlarzem zainteresowań, otwartych na zewnętrzny świat i poznawanie, introwertycy natomiast są skoncentrowani i preferują wewnętrzny świat idei. Ludzie, którzy wolą doznawanie przywiązują wagę do faktów, a ci, którzy kierują się intuicją potrafią dostrzegać różne zależności i możliwości. Osoby akcentujące myślenie opierają się na analizach i logicznej argumentacji, inaczej niż osoby skupiające się na uczuciach, które bazują na osobistych wartościach. Typy oceniające posiadają umiejętność dobrej organizacji, natomiast osoby ceniące poznawanie percepcyjne cechują się częściej spontanicznością oraz zdolnością zorganizowania. Inne podejście reprezentuje typo-

logia Hollanda stosowana często do określania predyspozycji zawodowych. W koncepcji tej występuje 6 typów osobowości:

– typ realistyczny

– typ badawczy

– typ społeczny

– typ przedsiębiorczy

– typ konwencjonalny

– typ artystyczny

Koncepcja która stanowi bazę klasyfikacji typów osobowości w niniejszym projekcie została zaproponowana przez dr hab. Adriana Horzyka [12]. W podejściu tym wykorzystywanych jest 12 par typów charakteru, opracowanych na zasadzie kontrastu. Podobnie jak w typologia Junga intensywność charakteru opiera się na rozdzieleniu osobowości ekstrawertycznej i introwertycznej. Poszczególne elementy danego charakteru tworzą pełen zależności zbiór cech o zróżnicowanym nasileniu i intensywności, składający się na ludzką osobowość. Teoria dr Horzyka zakłada, że każdy z 12 typów osobowości posiada swoje charakterystyczne cechy, pewne schematy zachowań oraz reakcji w konkretnych sytuacjach. Autor definiuje również charakterystyczne słowa i zwroty, często używane przez osoby reprezentujące dany typ. Dzięki temu możliwe jest zdefiniowanie na jakie zabiegi komunikacyjne dany typ charakterologiczny jest podatny, a co za tym idzie nie ma przeszkód, aby określić efektywne sposoby postępowania i negocjacji z nim.

Wyżej wspomniana koncepcja definiuje pary typów:

- dominujący – dostosowujący

  Ty dominujący charakteryzuje bycie władczym, zarządzającym, zdecydowanym, nierzadko nawet despotycznym. Osoby posiadające charakter przeważający w typie dominującym są często zaborczy, lubią doradzać, sugerować, dyrygować, a także rozkazywać. Typ ten ceni sobie obejmowanie przywództwa i posiadanie w różnych kwestiach decydującego głosu. Istotna jest dla niego niezależność oraz posiadanie odpowiedniego statusu i pozycji. Osoba taka najchętniej otacza się osobami uległymi, które łatwo mu ustępują i są skore do wykonywania jego poleceń. Jednocześnie ograniczanie dostosowującemu suwerenności, pouczanie go, krytykowanie jego poczynań, lekceważenie opinii, które wyraża czy wywieranie na nim presji przyczyniają się do odebrania mu satysfakcji i poczucia komfortu.

  Przykladowe charakterystyczne słowa i zwroty, używane przez dominującego:

  – podkreślanie swojej osoby: *ja, mój, my, nam, nasz, w moim*

- nadanie intensywności wypowiedzi: *twardo, dobitnie, bezwzględnie, kategorycznie, stanowczo, definitywnie, nie ma opcji, nie ma takiej możliwości*
- zaznaczanie posiadania i władzy: *własność, posiadać, właściciel, przywłaszczać, siła, potęga, władza*
- podkreślanie niezależności: *niezależnie od, wolny, nieskrępowany, samowystarczalny, samowolny, być sobą, niepodległość*
- podkreślanie swojego zdania: *według mnie, moim zdaniem, uważam, myślę, z mojego punktu widzenia*

Przeciwstawny typowi dominującemu jest typ dostosowujący. Osoba reprezentująca ten typ może sprawiać wrażenie uległej, zależnej od innych, biernej, niezdecydowanej. Osoba taka chętnie zasięga opinii, w życiu kieruje się autorytetami, lubi naśladować innych i zazwyczaj preferuje wmieszanie się w tłum niż bycie osobą decyzyjną. Do sytuacji, które odbierają dostosowującemu satysfakcję należą m.in. obarczanie go odpowiedzialnością, zmuszenie do podjęcia decyzji oraz kierowanie zespołem.

Przykladowe charakterystyczne słowa i zwroty, używane przez dostosowującego:

- odkładanie decyzji: *jeszcze się nie zdecydowałem, musze się zastanowić, razem wybierzmy*
- zasięganie opinii: *a co by mi pan doradził, co o tym myślisz, co zrobiłbyś na moim miejscu, co jest twoim zdaniem najlepsze dla mnie*
- niewskazywanie na siebie: *ty, oni, on, wy, twoje, wasze, ich, dla nich*

Osoby typu maksymalistycznego cechuje duża dokładność w działaniu, uporządkowanie i systematyczność. Maksymalistyczny skrupulatnie organizuje swoją pracę, a także działa asekuracyjnie, dbając szczególnie o bezpieczeństwo w danym zakresie.

• maksymalistyczny – minimalistyczny

Osoby typu maksymalistycznego posiadają duże wymagania i oczekiwania względem siebie i innych. Wyznaczają sobie ambitne cele, często ujęte w szerokiej perspektywie. Są to osoby energiczne, często kreujące wielkie idee. Jednocześnie mogą zachowywać się zachłannie bądź wręcz chciwie. Typ maksymalistyczny ceni sobie rzeczy najwyższej jakości, dba także o to, aby działać najlepiej jak tylko potrafi i na ile pozwalają mu warunki. Negatywnie na maksymalistycznego wpływają wszelkie przejawy przeciętności, półśrodki, zawieranie kompromisów, dokonywanie wyborów pod presją, świadomość, że jest ograniczany, a także podejście asekuracyjne i nadmierna asekuracyjność w działaniu. Chętnie rozmawia o pomysłach i ideach, przez co może być podatny różne manipulacje wykorzystujące jego słabość do szczytnych, futurystycznych wizji.

Przykladowe charakterystyczne słowa i zwroty, używane przez maksymalistycznego:

- superlatywy, określenia wyjątkowości: *wspaniały, wzniosły, szczytny, hojny, królewski, najlepszy, perfekcyjny, wspaniały, luksusowy, nieskończenie, nieprzeciętny, rewolucyjny*
- przymiotniki w stopniu najwyższym budujące intensywność wypowiedzi
- określenia idei: *pomysł, wyzwanie, wizja, marzenie, projekt*
- podkreślanie rywalizacji *konkurencja, zwyciężać, rywalizacja, wyprzedzać*

Kontrastujący z powyższym typ minimalistyczny charakteryzuje się niechęcią do rywalizacji, nierzadko pesymistycznym podejściem do nowych projektów oraz niewielkimi wymaganiami. Oprócz tego osoby reprezentujące ten typ starają się unikać brania na siebie odpowiedzialności czy obowiązków, nie stawiają sobie wygórowanych celów, a także mogą sprawiać wrażenie osób wycofanych, mało ambitnych.

Przykladowe charakterystyczne słowa i zwroty, używane przez minimalistycznego:

- określenia wyrażające niewielkie wymagania: *wystarczy, niewiele, może być, minimalnie, dowolnie, trochę, najtańszy, najmniejszy, wcale*
- umniejszanie znaczenia *błahe, nieistotne, bez znaczenia*

• inspirujący – systematyczny

Typ inspirujący cechuje kreatywność, dążenie do innowacyjności, impulsywność. W swoim zachowaniu najczęściej stara się być nietypowy, spontaniczny oraz zaskakujący. Nierzadko działa chaotycznie, nie stroni od improwizacji, kieruje się intuicją. Satysfakcję mogą odebrać mu wszelkie próby systematyzowania jego pracy, klasyfikowanie, popadanie w monotonię, wykonywanie odtwórczych, mało rozwojowych projektów oraz brak możliwości wcielania w życie nowych idei i pomysłów. Osoby inspirujące najczęściej postępują według własnych przeświadczeń, nie wykonują planów, nastawione są na błyskawiczne zmiany.

Przykładowe charakterystyczne słowa i zwroty, używane przez inspirującego:

- podkreślanie improwizacji i wyjątkowości: *niespodziewany, niezaplanowany, nieszablonowy, niespotykany, unikatowy, odmienny, nowoczesny, oryginalny, ciekawy, pomysłowy, fascynujący, szczególny, piekny, lubiany, tajemniczy*

Typ systematyczny natomiast cechuje się wyjątkowymi umiejętnościami organizacyjnymi, zamiłowaniem do planowania,, harmonogramowania i klasyfikowania. Ceni sobie stabilność i regularność w działaniu oraz punktualność.

Przykladowe charakterystyczne słowa i zwroty, używane przez systematycznego:

- hierarchizowanie: *na początku, w środku, na końcu, po drugie, po trzecie, teraz, najpierw, poprzednio, od a do z, harmonogram, plan, schemat, grafik, chronologicznie, krok po kroku, systematyzować, kolejność, podsumowanie*

  – określenia czasu: *czas, godzina, minut, sekunda, punktualność, w swoim czasie, wcześniej, później*
  – porządkowanie: *porządek, bałagan, schludność, ład, ułożyć, segregować, na swoim miejscu, kolej rzeczy, klasyfikować, organizować, systematycznie*

- odkrywczy – konserwatywny

  Osoby posiadające w przewadze cechy typu odkrywczego cechują się ciekawością świata, dociekliwością i umiejętnością uważnego obserwowania otoczenia. Osoby takie najchętniej zdobywają wiedzę i doświadczenie empirycznie, lubią prowadzić dyskusje, snuć rozważania i wymieniać spostrzeżenia. Nie stronią od nowych wyzwań oraz eksperymentowania. Elementami, które odbierają typowi odkrywczemu satysfakcję są często monotonia, nuda, popadanie w rutynę, brak innowacji, przesadna systematyzacja. Przykladowe charakterystyczne słowa i zwroty, używane przez odkrywczego:

  – dociekanie: *dlaczego, po co, czemu, przyczyny, chciałbym zapytać, czy możesz mi wyjaśnić, jak to działa, pokaż mi jak, powiedz mi jak, chciałbym zrozumieć, spróbować, zrozumieć, wyjaśnić, zagadka, tajemnica, sekret, twierdzenie*
  – badanie zależności: *powody, przyczyny, skutki, analiza, klasyfikować, powiązania, relacje*

  Typ konserwatywny natomiast stanowi pełne przeciwieństwo typu odkrywczego. Nie lubi zmian, postępuje według ustalonych zasad, które według niego są konieczne do istnienia ładu. Osoba konserwatywna jest zasadnicza, stała w poglądach, lojalna, ceni sobie tradycję i porządek. Nierzadko ma trudności z wprowadzaniem szybkich zmian i nawiązywaniem nowych znajomości.

  Przykładowe charakterystyczne słowa i zwroty, używane przez konserwatywnego:

  – odrzucanie zmian: *konserwatywnie, bez zmian, nie będę nic zmieniać, przyzwyczajenie, przywiązanie, rutyna, tradycja, sprawdzone, pewne, temat tabu, typowy, stabilny, stały, wypróbowane*
  – przywiązanie do tradycji i przekonań: *tradycja, sentyment, pamiątki, z dzida pradziada, zasady, reguły, ideologia, zasady, wiara*

- weryfikujący – harmonijny

  Osoby weryfikujące są zazwyczaj w swoim zachowaniu oceniające, krytykujące, kontrolujące oraz porównujące. Często, w związku z tym popada w konflikty ze względu na swoją prawdomówność i bezpośredniość. Weryfikujący nie lubi, gdy lekceważy się jego spostrzeżenia. Ceni sobie natomiast wszelkie dysputy i polemiki, w których może uargumentować swoje stanowisko.

  Przykładowe charakterystyczne słowa i zwroty, używane przez weryfikującego:

  – podkreślanie niedoskonałości: *dziura, luka, nieścisłość, niedokładność, niedbałość, plama, skaza, krzywe, nierówne, różnica, kontrprzykład, nieścisły, detal, dwuznaczny, wieloznaczny, popsuty, niesprawny, nie dopilnowano, nie zwrócono uwagi na, zaniedbano, udoskonalić*

- dzielenie się spostrzeżeniami: *popatrz, spójrz, zwróć uwagę, sprawdź, zweryfikuj, przyjrzyj się, porównaj*
- precyzowanie, korygowanie: *detal, szczegół, uszczegółowić, uściślić, sprecyzować, sprostować, zweryfikować*

Harmonijny typ charakteru cechuje ugodowość, bezkonfliktowość i delikatność. Unika on sporów, dąży do kompromisów, często także jest osobą łagodzącą zatargi. Typ harmonijny nie czuje się komfortowo, gdy jest postawiony w sytuacji konfliktowej, gdy wywierana jest na nim presja oraz podczas zaciętych dyskusji, w których należy bronić własnego zdania. Wszelkie niesnaski najchętniej rozwiązuje pokojowo, nierzadko dostosowując się do sytuacji.

Przykładowe charakterystyczne słowa i zwroty, używane przez harmonijnego:

- łagodzenie konfliktów: *ok., zgadzam się, niech tak będzie, niech stracę, dobrze, nie ma problemu, nie ma sprawy, nieważne, zapomnijmy o tym, każdemu się może zdarzyć, załatwmy to bez kłótni, zgoda, kompromis, pogodzić, zawrzyjmy ugodę, uniknąć kłótni, przepraszam, nie gniewaj się, zastanowię się jeszcze, nie obraź się, nie będę się upierał, odpuścić, zrezygnować, darować, nie uraziłem cię, może rzeczywiście jest tak jak mówisz*

- empatyczny – rzeczowy

Typ empatyczny charakteryzuje się wyjątkową wrażliwością i opiekuńczością. Należy do osób ciepłych i otwartych, chętnie mówiących o swoich uczuciach. Ceni sobie wartości rodzinne, Łatwo nawiązuje kontakty, jest dobrym słuchaczem. Satysfakcję przynosi mu słuchanie zwierzeń innych i świadomość bycia obdarowanym zaufaniem. Osoby empatyczne niekomfortowo czują się natomiast w sytuacjach formalnych oraz takich podczas których zachowywany jest dystans i obojętność.

Przykładowe charakterystyczne słowa i zwroty, używane przez empatycznego:

- podkreślanie uczuć: *współczuję, rozumiem, przykro mi, żałuję, litować się, współczucie, cierpieć, ranić, nieprzyjemnie, przyjemnie, bliski , obojętność, miły, sympatyczny*
- zdrobnienia: *kotek, piesek, słonko, kwiatuszek, kochanie*
- zwierzenia, zmniejszanie dystansu: *wysłucham, słucham, powiedz mi o swoim problemie, czegoś ci trzeba, co się stało, opowiedz mi o tym, jak do tego doszło, zwierzyć się, opowiadać, otworzyć się, serce*

Typ rzeczowy z kolei ukierunkowany jest na zadania, cechuje go pragmatyzm, rzeczowość. Często może być określany jako osoba chłodna, trudna i nieśmiała w relacjach międzyludzkich. Ceni sobie produktywność, wydajność, merytoryczne podejście do pracy. Niekomfortowe dla rzeczowego mogą być wszelkie próby skracania dystansu w relacjach, wprowadzanie do rzeczowej dyskusji nieistotnych dygresji, a także rozmawianie o uczuciach.

Przykładowe charakterystyczne słowa i zwroty, używane przez rzeczowego:

- efektywne wykonywanie pracy: *praca, zadanie, sumiennie, przydatne, przyspieszyć, pospieszyć, zakończyć, efektywnie, produktywnie, mieć z głowy, do dzieła, do pracy, zakasać rękawy*
- konkretyzacja: *konkretnie, meritum, konkluzja, kwintesencja, sedno, istota, w punktach, hasłowo, zwięźle, na temat, skupmy się na tym, co masz dokładnie na myśli, merytorycznie*

• odważny – asekuracyjny

Osoby posiadające odważny typ charakteru są najczęściej ekstrawertyczne, otwarte, skłonne do ryzyka i brawury. Nie czują się natomiast dobrze w zbyt asekuracyjnym środowisku oraz wśród ludzi nieśmiałych, lękliwych, stroniących od podejmowania nowych, niebezpiecznych wyzwań.

Przykładowe charakterystyczne słowa i zwroty, używane przez odważnego:

- podejmowanie ryzyka: *brawura, wyzwanie, ryzyko, niebezpieczeństwo, odwaga, adrenalina*
- rywalizacja: *walka, udowodnić, wygrać, bronić się, wyprzedzić, pokazać*

Osoby asekuracyjne prezentują przeciwstawny typowi odważnemu model zachowania. Są zapobiegawcze, rozsądne, powściągliwe, ceniące sobie bezpieczeństwo, często introwertyczne. Swoje działania poprzedzają odpowiednimi kalkulacjami, skrupulatnym planowaniem, aby wyeliminować wszelkie zagrożenia.

Przykładowe charakterystyczne słowa i zwroty, używane przez asekuracyjnego:

- określenia niepewności: *nie jestem pewien, może lepiej, czy możemy być tego pewni, pewny, pewność, być pewnym*
- zapewnienie bezpieczeństwa: *problem, niebezpieczeństwo, ryzyko, gwarancja, przestrzegać, uważnie, zaufany, kalkulować, sprawdzać, kontrolować, zachować bezpieczeństwo, dowód zakupu, mieć możliwość wycofania się, droga bezpieczeństwa, kopia zapasowa, koło ratunkowe, opcje, środki zapobiegawcze*

• hojny – oszczędny

Osoby hojne cechuje szczodrość, szczerość, ekspresja. Są skore do pomocy oraz towarzyskie. Nie czują się dobrze w otoczeniu ludzi oszczędnych, a także w sytuacjach, gdy są zmuszone do wyrzeczeń.

Przykładowe charakterystyczne słowa i zwroty, używane przez hojnego:

- podkreślanie wysokiej jakości: *bogaty, królewski, luksusowy, efektowny, wystawny*
- podkreślanie szzodrości: *dawać, obdarować, przekazać, ufundować, gest, napiwek, wspomagać, darowizna, obfity, charytatywny*

Przeciwstawny temu modelowi jest typ oszczędny, dla którego charakterystyczna jest zaradność, gospodarność, oszczędność, niekiedy nawet skąpstwo. Satysfakcję odbierają oszczędnemu różne

przejawy rozrzutności, marnotrawstwo pieniędzy i dóbr materialnych, wszelkie nawet niewielkie straty.

Przykładowe charakterystyczne słowa i zwroty, używane przez oszczędnego:

- określenia dotyczące oszczędności: *rozrzutność, oszczędność, gospodarnie, promocja, wyprzedaż, przecena, obniżka, okazja, grosz do grosza, skromnie, ekonomicznie, roztrwonić*
- podkreślanie użyteczności: *użyteczne, potrzebne, przydatne, wykorzystać, zutylizować*

• faworyzujący – równoważący

Faworyzujący typ charakteru posiada skłonności do bycia stronniczym, skrajnym w poglądach oraz nierównoważącym. Osoba posiadająca typ faworyzujący może być tolerancyjna, ceniąca sobie indywidualność, akceptująca różnorodności. Do zachowań, które odbierają jej satysfakcję należy dostosowywanie się do reguł, postrzeganie wszystkiego przez pryzmat równego podziało i sprawiedliwości oraz wszelkie przejawy upodabniania się do innych.

Przykładowe charakterystyczne słowa i zwroty, używane przez faworyzującego:

- wyróżnienia: *szczególny, indywidualny, faworyt, preferować, promować, wyróżniać, zdywersyfikować*

Typ równoważący natomiast przywiązuje dużą wagę do posiadania własnego modelu sprawiedliwości. Stosuje się do przyjętych norm i reguł, dąży do tego, aby jego otoczenie było zrównoważone. Często porównuje, skupia się na podobieństwach, stara się eliminować różnice.

Przykładowe charakterystyczne słowa i zwroty, używane przez równoważącego:

- określenia równoważenia: *równo, nierówno, symetrycznie, niesymetrycznie, właściwie, niewłaściwie, sprawiedliwość, rekompensata, równowaga, przeciwwaga, balansować, proporcje, równość, konsekwencje, skutki, kara, sankcja, kompromis*

6.2. Techniki aktywnego słuchania

Zaprogramowanie efektywnego systemu dialogowego wymaga zasymulowania i wdrożenia aplikacji pewnych ludzkich umiejętności komunikacyjnych. Należą do nich:

- komunikacja niewerbalna – obejmuje on wszelkie komunikaty, które przekazywane są za pomocą gestów, postawy ciała, mimiki twarzy. Konieczność zadbania o jej należyte stosowanie istnieje w przypadku chatbotów posiadających graficzną reprezentację, naśladującą zachowanie jakiejś postaci. Komunikacja pozawerbalna w znaczącym stopniu zwiększa wiarygodność rozmówcy, a także zapewnia skuteczność w procesach negocjacyjnych.
- komunikacja werbalna – zawiera komunikaty, które przekazywane są za pomocą mowy. Zajmuje się sztuką mówienia, czyli zasadami określającymi metody, które powalają na uzyskanie danego celu podczas rozmowy.

Najważniejszym z punktu widzenia realizowanego chatbota elementem komunikacji werbalnej jest umiejętność aktywnego słuchania. Ze względu na tematykę rozmów przez niego przeprowadzanych w jego realizacji istotne jest skupienie się na emocjach rozmówcy i zachęcanie go do rozmowy. Do słuchania aktywnego potrzebne jest:

– zaangażowanie w temat przedstawiany przez rozmówcę

– zrozumienie

– zapamiętywanie

– odpowiednie reagowanie

Człowiek jest zdolny do wypracowania powyższych zachowań, natomiast w przypadku systemu dialogowego należy zadbać, aby sprawiał odpowiednie wrażenie. Chatbot powinien prowadzić rozmowę wykazując umiejętność okazywania zrozumienia. Oprócz tego jego zadniem jest zachęcanie rozmówcy do prowadzenia dialogu. Może to być realizowane za pomocą tzw. „otwieraczy drzwi", czyli np. zadawania pytań podtrzymujących rozmowę. Tym samym ważne jest aby unikać stosowania „zamykaczy drzwi", które ucinają rozmowę, często w przypadku, gdy rozmówca ma ochotę na dalszą konwersację, przez co jego potrzeba zwierzenia się nie zostaje zaspokojona.

Sprawdzającym się sposobem na dialog nastawiony na cierpliwe i skuteczne wysłuchanie rozmówcy jest wyciąganie wniosków z wypowiedzi mówiącego, co może być realizowane za pomocą parafraz oraz podsumowywania dotychczas zarejestrowanych informacji.

Poniższa tabela przedstawia techniki aktywnego słuchania wraz z przykładowymi wypowiedziami:

Ważnym elementem, który powinien być uwzględniony przy tworzeniu mechanizmów komunikacji chatbota jest unikanie przeszkód w słuchaniu. Do barier tych należą m.in.

– zachowania osądzające – obrażanie, przezywanie, ale także przesadne chwalenie

– krytykowanie

– udzielanie rad

– unikanie odpowiedzi np. poprzez zmianę tematu

– rozkazywanie

– nadmierne wypytywanie

– bagatelizowanie problemu rozmówcy

Tablica 6.1: Techniki aktywnego słuchania

Technika aktywnego słuchania	**Opis**	**Przykład**
Dostrajanie się	Zakomunikowanie mówiącemu, że uważnie słuchamy	mhm, rozumiem
Sprawdzenie zrozumienia	Przekazanie rozmówcy, że się go rozumie	Wiem co masz na myśli
Parafrazowanie	Powtórzenie własnymi słowami tego, co powiedział rozmówca	Czyli masz na myśli ...
Streszczenie	Potwierdzenie usłyszenia informacji z uwzględnieniem ich ważności i sensu	Mówisz, że czujesz się źle odkąd zostałeś wyrzucony z pracy.
Sedno sprawy	Skupienie się na najważniejszych informacjach	To co mówisz sprowadza się do...
Wywiad	Nakłonienie do udzielenia szczegółowych informacji w celu zrozumienia istoty sprawy	Jaką mamy pewność, że to poprawi naszą sytuację?
Rekonstrukcja	Próba uhierarchizowania wydarzeń, które są odpowiedzialne za obecną sytuację	Jak do tego doszło? Kiedy to się zdarzyło?
Alternatywa	Umożliwienie rozmówcy rozważenie rozwiązań wcześniej niebranych pod uwagę	Czy rozważałeś wizytę u lekarza?
Aprobata	Danie do zrozumienia rozmówcy, że zgadzamy się z jego tokiem myślenia	Uważam, że to świetny pomysł.
Akceptacja emocji	Próba określenia emocji rozmówcy	Wydajesz się zaangażowany w tę sytuację.
Kwestionowanie	Postawienie rozmówcy w sytuacji, w której będzie on zmuszony bronić swoich poglądów lub je weryfikować.	Myślę jednak, że odpowiedzialność spoczywa na właścicielu mieszkania, a nie lokatorach.
Angażowanie	Angażowanie rozmówcy i siebie w dyskusję	Pomówmy o tym teraz

7. Projekt aplikacji

7.1. Wymagania serwisu

- Wymagania funkcjonalne
  - Umożliwienie prowadzenia konwersacji z użytkownikiem
  - Możliwość rozpoczęcia nowej rozmowy
  - Podgląd danych zebranych przez bota podczas rozmowy
- Wymagania pozafunkcjonalne
  - Chatbot posługuje się językiem polskim
  - Aplikacja powinna być wdrożona na zewnętrznym serwerze
  - Aplikacja powinna zachowywać poufność danych użytkowników

7.2. Zastosowane technologie

Aplikacja została zaimplementowana w języku Java. System został wdrożony na platformie chmurowej w modelu PaaS - Heroku, dzięki czemu jest ogólnodostępna w sieci. Do uruchomienia aplikacji zastosowano kontener aplikacji webowych Jetty. Model aplikacji zrealizowano za pomocą frameworku Spring MVC. Baza wiedzy chatbota oraz słownik przechowywana jest w plikach formatu json.

7.3. Interfejs graficzny użytkownika

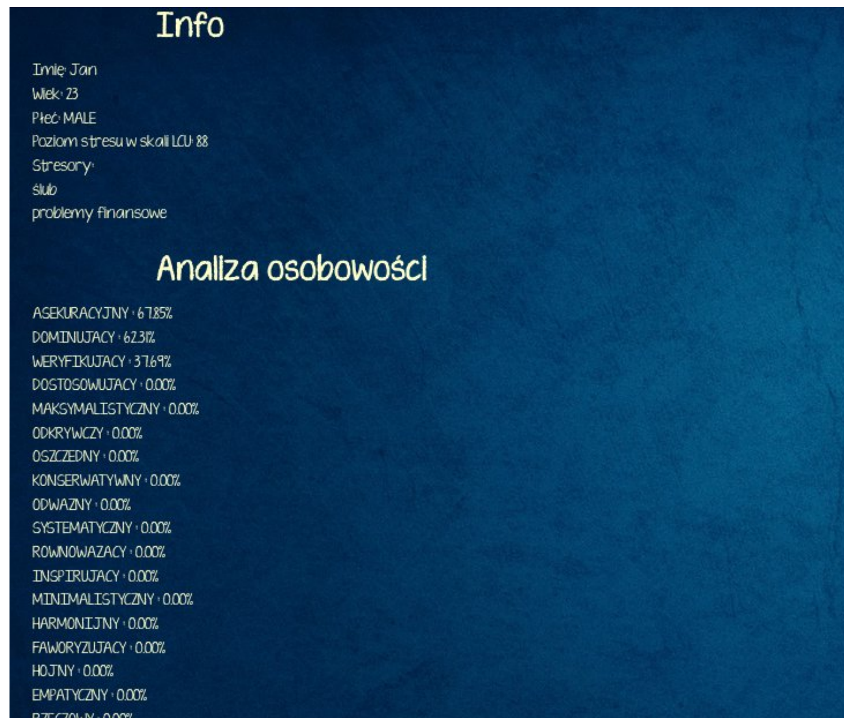


Rysunek 7.1: Interfejs użytkownika

Głównym elementem interfejsu webowego jest pole tekstowe wyświetlające przebieg rozmowy. Pole aktualizowane jest po każdym odświeżeniu strony, wywołanym przez kontroler aplikacji po wysłaniu wiadomości przez użytkownika, a następnie wygenerowaniu odpowiedzi chatbota. Poniżej znajduje się edytowalne pole tekstowe, w którym użytkownik umieszcza swoją wypowiedź i wysyła przyciskiem „Wyślij”.

Z poziomu strony możliwe jest również rozpoczęcie nowej rozmowy, poprzez naciśnięcie przycisku „Nowa rozmowa” w prawym, górnym rogu strony. Naciśnięcie przycisku powoduje wyczyszczenie okna rozmowy i rozpoczęcie konwersacji od początku.

Kolejny przycisk dostępny w prawym górnym rogu otwiera nową kartę przeglądarki, na której znajdują się informacje na temat użytkownika zebrane przez chatbota podczas rozmowy. Należą do nich podstawowe dane w postaci imienia, wieku i płci, lista sytuacji stresujących poruszanych w rozmowie, liczba jednostek LCU a także zestawienie typów osobowości rozmówcy wraz z ich procentowym wskaźnikiem. Każdorazowe odświeżenie strony powoduje zaktualizowanie raportu o dane z bieżącej rozmowy.



Rysunek 7.2: Raport wygenerowany na podstawie rozmowy

7.4. Architektura aplikacji

7.4.1. Presentation-Abstraction-Control

Aplikacja została zaprojektowana zgodnie ze wzorcem projektowym Presentation-Abstraction-Control (PAC) za pomocą frameworku Spring MVC. Framework ten zapewnia przejrzysty trójpowłokowy szablon, zapewniający łatwiejszą refaktoryzację implementacji w porównaniu do szablonów Model-Widok-Kontroler niezbudowanych w oparciu o bazowe funkcjonalności Springa. Wzorzec Presentation-Abstraction-Control jest zbliżony do popularnego wzorca Model-View-Controller, jednak w odróżnieniu od niego warstwa kontrolera jest mediatorem między warstwami prezentacji i modelu, które nie mają wiedzy o swoim istnieniu. Natomiast w przypadku MVC widok sam komunikuje się z modelem w celu otrzymania informacji o aktualnym stanie, który prezentuje. Nie może go jedynak zmieniać. Kontroler zaś odpowiedzialny jest za to, aby wywyoływać konkretny widok w przypadku zmian w obrębie modelu, a także informować go o zmianach dokonanych w rezultacie działań użytkownika.

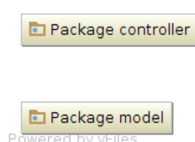
Abstraction – reprezentuje kontener klas dziedziny problemu. Odpowiada warstwie modelu wzorca MVC.

Presentation – umożliwia wyświetlanie danych użytkownikowi. Umożliwia użytkownikowi wykonywanie akcji za pomocą interfejsu webowego. Zgodnie z przyjętą platformą implementacyjną, warstwa prezentacji realizowana jest przez plik jsp. Z poziomu strony użytkownik może prowadzić rozmowę z chatbotem.

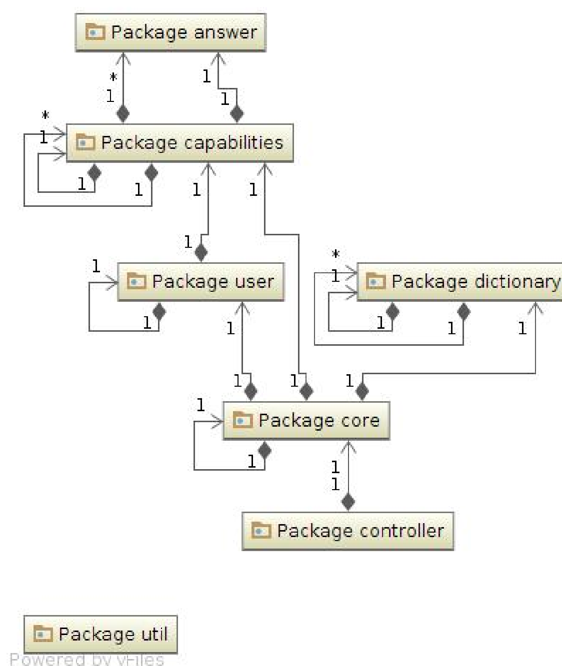
Control – odbiera, przetwarza i analizuje dane wejściowe od użytkownika. Przetwarza żądania http, obsługuje sesje użytkownika. Kontroluje warstwę prezentacji i modele. Zajmuję się przechwytywaniem wypowiedzi wysłanych przez użytkownika i przekazaniem ich do modelu w celu opracowania frazy wyjściowej. Tym samym zmienia stan modelu i odświeża stan widoku, co sprowadza się do wyświetlenia wygenerowanej odpowiedzi chatbota. Reaguje także na akcję rozpoczęcia nowej rozmowy, generując nową sesję konwersacji.

7.4.2. Hierarchia pakietów

Poniższe diagramy klas i pakietów wygenerowane zostały za pomocą progrmau IntelliJ IDEA 14.0.2



Rysunek 7.3: Główne pakiety - model, kontroler

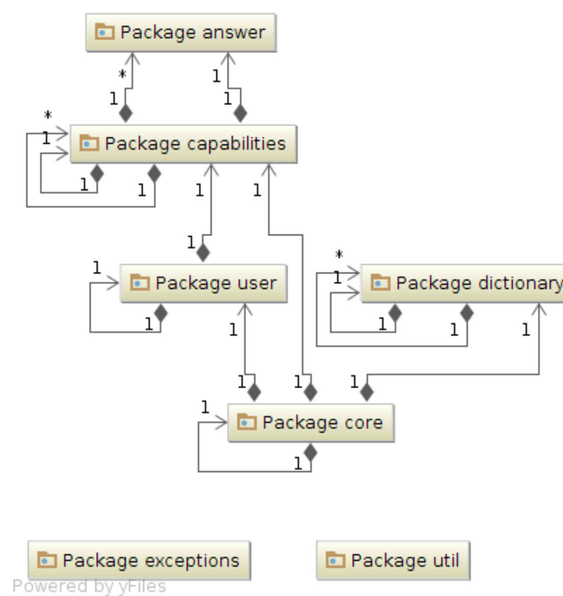


Rysunek 7.4: Zależności między pakietami modelu a klasą kontrolera

7.4.3. Pakiet - Model

Pakiet reprezentujący model, czyli warstwę abrstrakcji wzorca PAC przechowuje bazę wiedzy oraz strukturę odpowiedzialną za logikę systemu. Model nie porozumiewa się bezpośrednio z warstwą

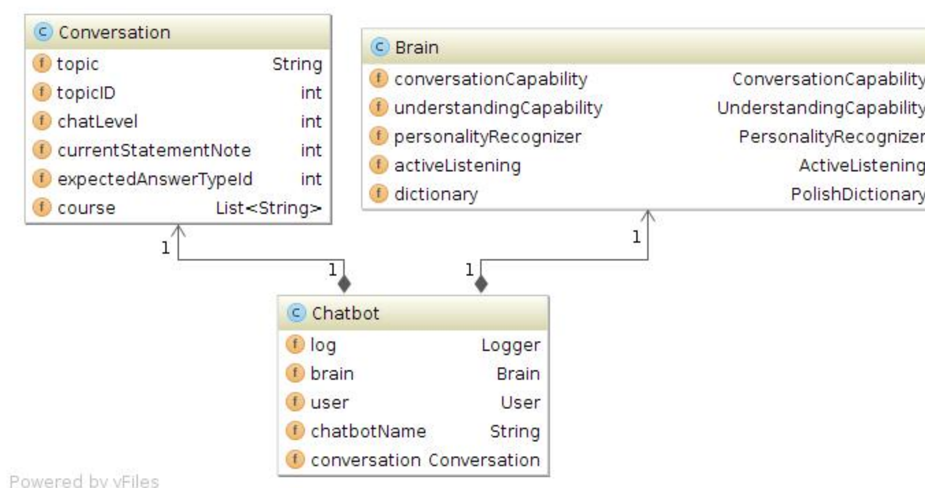
widoku aplikacji, jego działania są wywoływane z poziomu kontrolera. Zatem funkcjonalnościami, które są widoczne na zewnątrz tego komponentu są przechowywanie stanu rozmowy oraz zwracanie nowej wypowiedzi. Wewnątrz tego modułu natomiast można wyróżnić kilka podzespołów (rysunek 8.3).



Rysunek 7.5: Subpakiety pakietu Model

Pakiet „Core”

Najważniejszym z podzespołów jest pakiet „Core”. Stanowi on rdzeń logiki systemu. Z nim także komunikuje się kontroler, w celu pobrania potrzebnych mu danych. „Core” posiada trzy obiekty (rysunek 8.6), które powiązane zostały w sposób symulujący mechanizmy występujące u ludzi.



Rysunek 7.6: Pakiet Core

1. Chatbot - odpowiada za komunikację ze światem zewnętrznym oraz wydaje polecenia do innych podzespołów. Można go porównać do aparatu mowy oraz płatu czołowego, który to jest związany z zachowaniami charakterystycznymi dla człowieka, takimi jak planowanie działań, taktowne postępowanie, przestrzeganie norm etycznych, analiza i kontrola stanów emocjonalnych, podejmowanie decyzji, myślenie abstrakcyjne. Zajmuje się on także zarządzaniem pamięcią krótkotrwałą chatbota - przechowywaniem aktualnie prowadzonego dialogu.

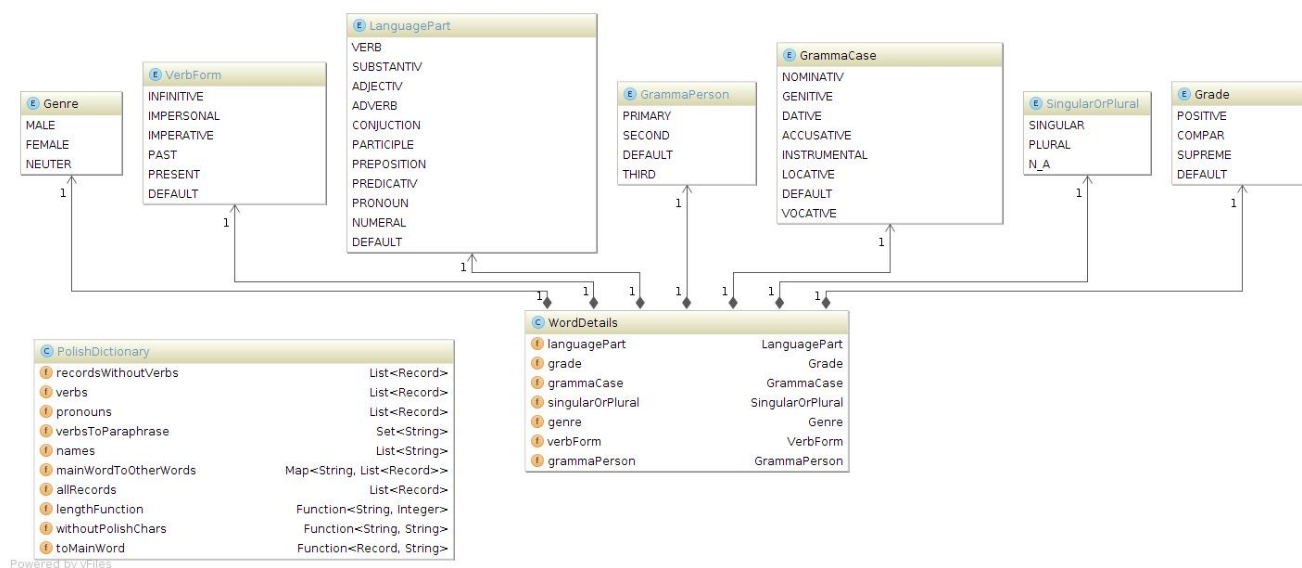
2. Brain - przechowuje i zarządza umiejętnościami komunikacyjnymi bota, do których należą: aktywne słuchanie, umiejętność przetwarzania komunikatów i w odpowiedni sposób na nie odpowiadania. Komponent ten posiada dostęp do bazy wiedzy chatbota, w której skład wchodzą wszystkie szablony wypowiedzi, zbiory fraz skorelowanych z typami osobowości oraz relacje powiązań między nacechowaniem emocjonalnym a odpowiednimi frazami. Oprócz tego zarządza bazą słownika morfologicznego.

3. Conversation - jest to kontener przechowujący przebieg rozmowy i informacje z nią związane, takie jak temat rozmowy (o ile został rozpoznany).

Pakiet „Dictionary”

Pakiet „Dictionary” odpowiada za przechowywanie i zarządzanie słownikiem morfologicznym języka polskiego, który służy do konstruowania parafraz wypowiedzi użytkownika, a także rozpoznawania podstawowego kontkestu niektórych wypowiedzi, takich jak pytania o osobiste informacje czy zdania zawierające orzeczenia w pierwszej osobie liczby pojedynczej, czyli te, których podmiotem jest użytkownik. Za bazę słownika morfologicznego posłużyła baza słów, opisanych znacznikami morfosynaktycznymi będąca częścią projektu Morfologik, w którego skład wchodzi analizator morfologiczny, słownik morfologiczny, korektor gramatyczny oraz biblioteki [18] (rozpowszechniany na

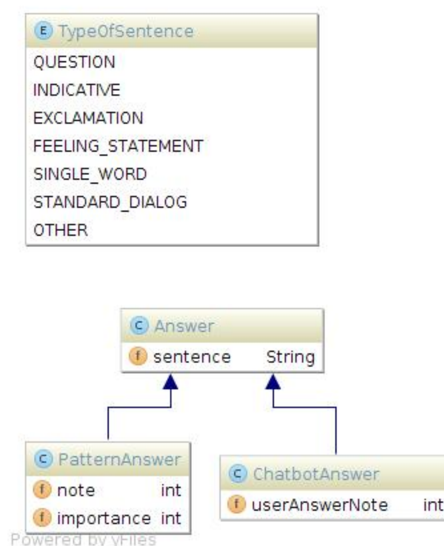
licencji BSD). Słownik używany przez aplikację chatbot tworzony jest na podstawie pilku tekstowego i przechowywany w obiekcie klasy PolishDictionary, która selekcjonuje i zarządza bazą słów (rysunek).



Rysunek 7.7: Pakiet Dictionary

Pakiet „Answer”

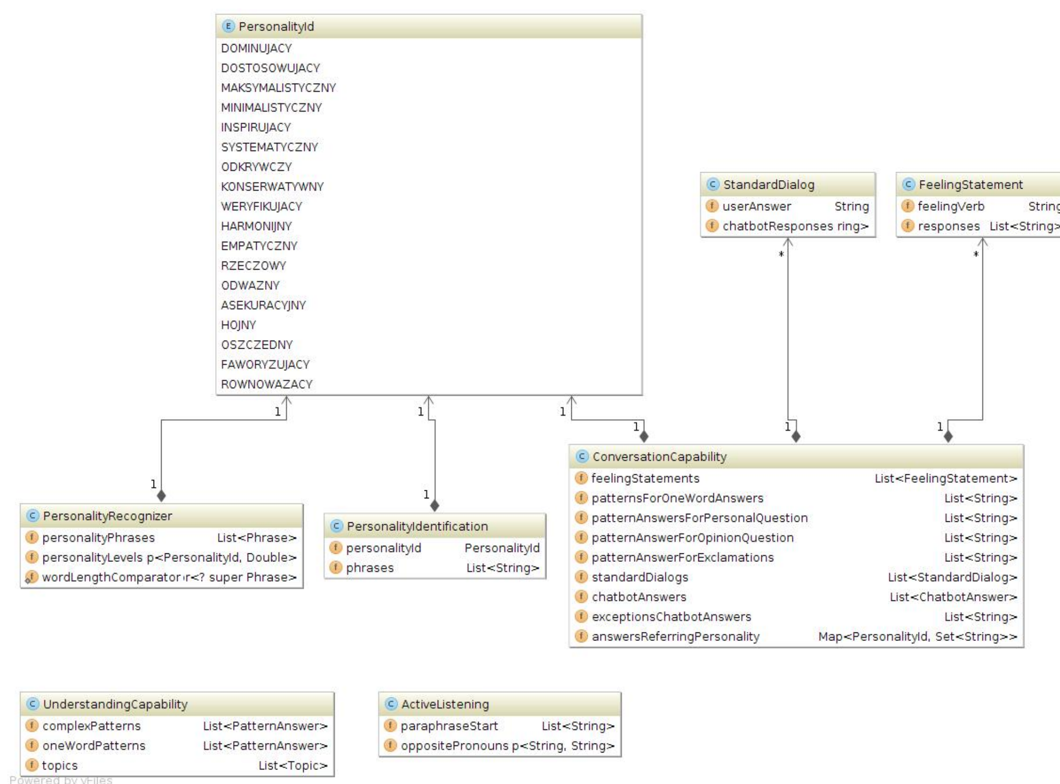
Pakiet „Answer” służy do zarządzania wypowiedziami zarówno użytkownika jak i Chatbota. Obiektem opakowującym wypowiedź użytkownika jest PatternAnswer, który oprócz samej wypowiedzi posiada informacje o emocjonalnym nacechowaniu wypowiedzi. Obiekt typu ChatbotAnswer natomiast stanowi odpowiedź Chatbota wraz z liczbową reprezentacją zdania rozmówcy, z którym dana odpowiedź może być związana. Oprócz tego, w pakiecie Answer zdefiniowane zostały rodzaje zdań rozpoznawanych przez system, opakowane w klasę TypeOfSentence.



Rysunek 7.8: Pakiet Answer

Pakiet „Capabilities'

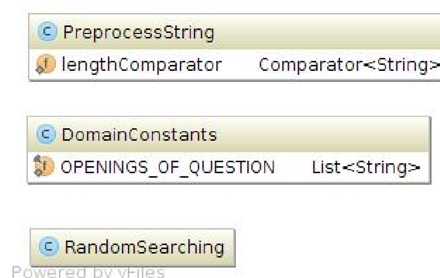
Pakiet „Capabilities" przechowuje informacje o umiejętnościach Chatbota, będące elementem do którego odwołuje się instancja klasy Brain w celu uzyskania odpowiednich danych na potrzeby konwersacji. W skład umiejętności chatbota wchodzą: rozumienie wypowiedzi, prowadzenie konwersacji, rozpoznawanie osobowości rozmówcy oraz aktywne słuchanie. Aktywne słuchanie chatbota polega na wykorzystaniu kilku technik, będących filarami skutecznej komunikacji werbalnej. Należą do nich parafrazowanie, dostrajanie się, akceptacja emocji, streszczanie oraz angażowanie. Techniki te zostały szerzej zaprezentowane w rozdziale 6.2.



Rysunek 7.9: Pakiet Capabilities

Pakiet „Util"

Pakiet „Util" natomiast zawiera klasy pomocnicze, ułatwiające parsowanie wypowiedzi. Do ich funckjonalności należy m.in. przetwarzanie łańcuchów znaków (zastępowanie polskich znaków, usuwanie znaków interpunkcyjnych ze zdań) i obliczanie odległości Levenshteina między frazami. Ponieważ w aplikacji często wykorzystywane jest pseudolosowe wybieranie elementów z kolekcji w pakiecie tym została umieszczona klasa ułatwiająca pobieranie losowych wartości.

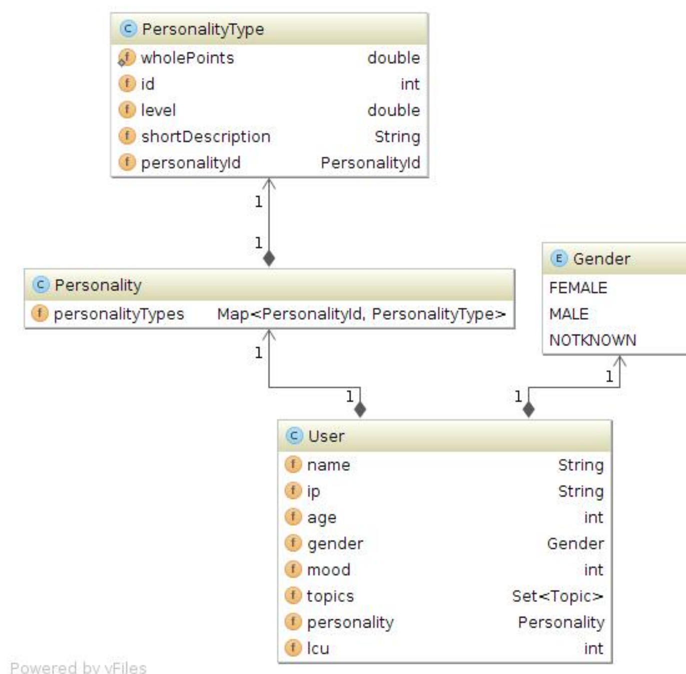


Rysunek 7.10: Pakiet util

Pakiet „User""

Pakiet „User" reprezentuje obiekt pozwalający przechowywać informacje o użytkowniku. Klasa Per-

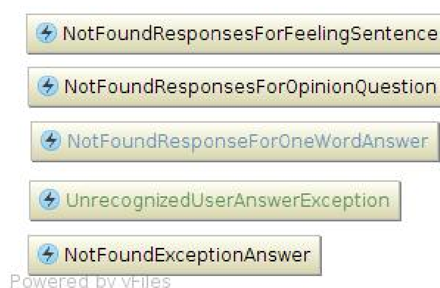
sonality stanow szablon osobowości rozmówcy. W instancję tej klasy wyposażona jest każda instancja klasy User, w której znajdują się również podstawowe dane o rozmówcy, czyli imię, wiek, płeć. W ten sposób realizowana jest pamięć bota, do której może się odwoływać w celu wywołania wrażenia uważnego, dbającego o szczegóły słuchacza.



Rysunek 7.11: Pakiet User

Pakiet „Exceptions”

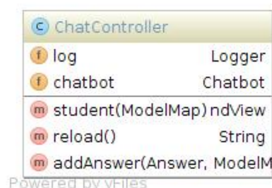
Pakiet ten reprezentuje zbiór wyjątków, rzucanych przez aplikację w przypadku niepożądanego zachowania, związanego z nieznalezieniem odpowiedniej odpowiedzi w bazie podczas gdy wymagane jest, aby dana fraza istniała.



Rysunek 7.12: Pakiet Exceptions

7.4.4. Pakiet - Controller

Pakiet Controller służy do kontrolowania stanu aplikacji i reagowania na akcje wywoływane za pośrednictwem widoku, poprzez wołanie innych komponentów. Zatem, gdy za pośrednictwem widoku wołana jest metoda HTTP GET kontroler aktualizuje widok rozszerzając go o ostatnią odpowiedź Chatbota. Natomiast, gdy użytkownik wysyła swoją wypowiedź za pomocą metody HTTP POST moduł kontrolera aktualizuje stan modelu o nowy fragment rozmowy.



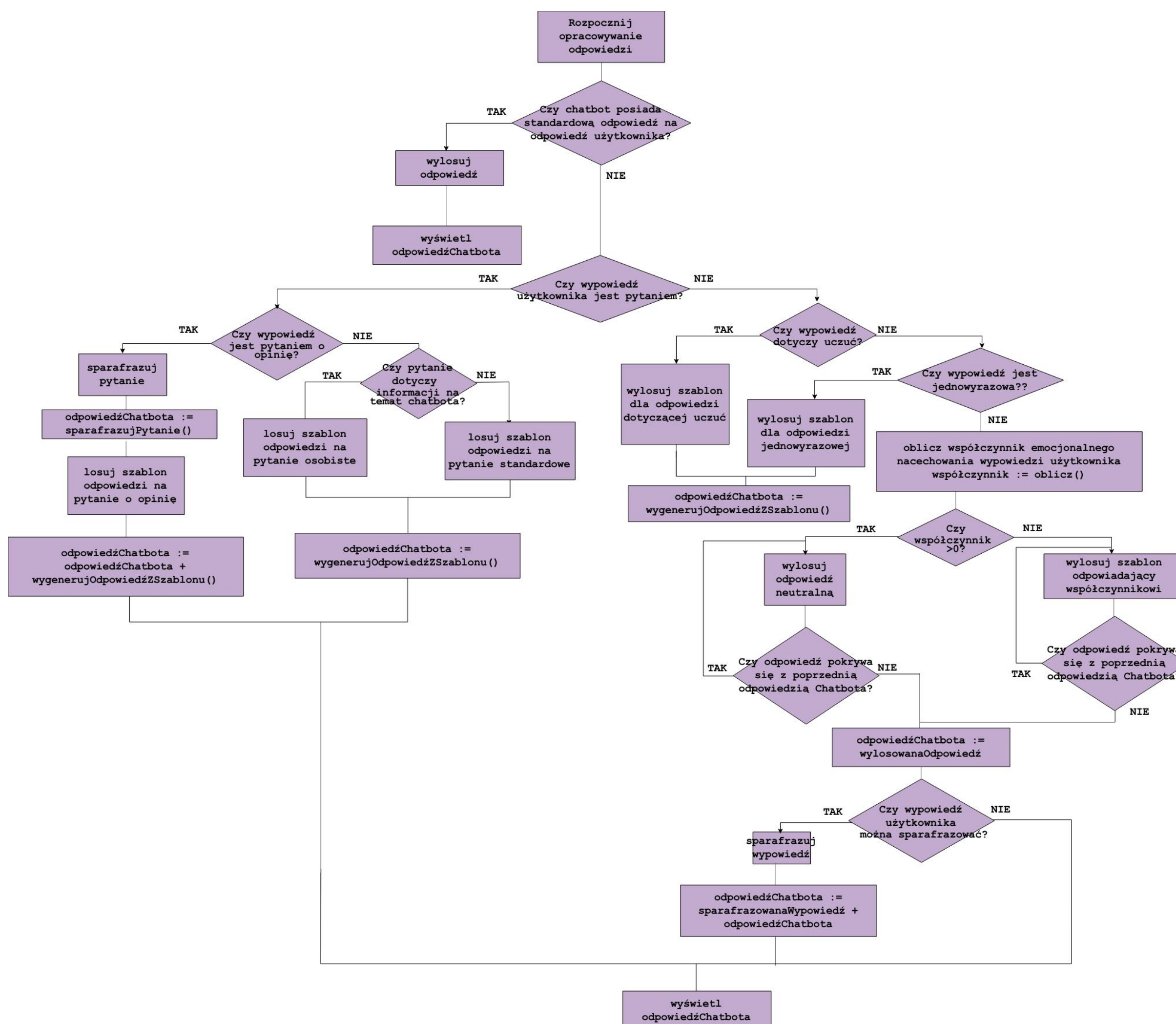
Rysunek 7.13: Klasa pakietu Controller

7.5. Algorytm prowadzenia rozmowy przez chatbota

Początkowy etap dialogu z chatbotem skonstruowany został na zasadzie rozmowy sterowanej. Chatbot rozpoczyna rozmowę - przedstawia się i pyta rozmówcę o imię. Następne pytania dotyczą wieku i obecnego samopoczucia. Celem tego etapu jest zgromadzenie podstawowych informacji na temat użytkownika, tak by móc się nimi posłużyć w dalszej rozmowie. Wymiana tych informacji powinna być zwięzła i nie trwać długo, gdyż mogłoby to zniechęcić rozmówcę do dalszej konwersacji lub wywołać u niego wrażenie bycia nadmiernie wypytywanym.
Po tej części rozmowa opiera się już na zdefiniowanych bazach szablonów odpowiedzi i opisanym poniżej algorytmie selekcjonującym wypowiedzi użytkowników do odpowiednich kategorii.

7.5.1. Proces generowania odpowiedzi przez Chatbota

Diagram na rysunku 8.1 przedstawia proces generowania odpowiedzi przez chatbota. W pierwszym kroku sprawdzane jest czy wypowiedź użytkownika należy do wcześniej przewidzianych wypowiedzi, posiadających ustalone odpowiedzi. Jeżeli nie następuje sprawdzenie czy wypowiedź użytkownika jest pytaniem. Jeżeli tak, podejmowana jest próba zakwalifikowania pytania do odpowiedniej kategorii i losowany jest odpowiedni szablon odpowiedzi. W przeciwnym razie następuje parsowanie i na podstawie bazy fraz wraz z ich liczbowymi odpowiednikami wyliczany jest współczynnik emocjonalnego nacechowania wypowiedzi. Na podstawie tego współczynnika oraz parafrazy konstruowana jest wyjściowa odpowiedź chatbota.



Rysunek 7.14: Generowanie odpowiedzi chatbota

7.5.2. Odległość Levenshteina

Do mierzenia podobieństwa napisów wykorzystywana jest odległość Levenshteina. Jest to metryka w przestrzeni ciągu znaków opisana zasadami:

– działaniem prostym na napisie nazywamy wstawienie nowego znaku w napisie, usunięcie znaku lub zmianę znaku w napisie na inny znak

– odległością pomiędzy dwoma napisami jest najmniejsza liczba działań prostych, przeprowadzających jeden napis na drugi

Wykorzystanie tej metryki pozwala na obsługiwanie wypowiedzi użytkownika zawierających literówki bądź różniących się nieznacznie od wyrażeń zapisanych w bazie chatbota.

7.5.3. Przewidywane wypowiedzi użytkownika

Do przewidywanych wypowiedzi użytkownika należą m.in. wszelkie zdawkowe pytania typu: „Co słychać”, "Jak się masz?", „Co porabiasz?”, które są nierzadko używane w konwersacji, jednak nie mają na celu uzyskania konkretnej informacji. Odpowiedź chatbota na takie grzecznościowe pytanie może być równie zdawkowa, jednak zachęcająca rozmówcę do opowiedzenia czegoś o sobie, np. "Wszystko w porządku, a co słychać u Ciebie?".
Wcześniej przewidzianymi w dialogu frazami są również różnego rodzaju powitania oraz pożegnania. Ponieważ w rozważanym przypadku chatbot za każdym razem rozpoczyna rozmowę, reakcją na przywitanie może być uwaga, że przywitanie już nastąpiło, co może potęgować wrażenie posiadania przez chatbota pamięci oraz rozumienia konwersacji. Reakcję na pożegnanie natomiast stanowi podziękowanie za rozmowę i grzecznościowe wyrażenie nadziei na kolejne wirtualne spotkanie.

7.5.4. Wypowiedź użytkownika NIE JEST pytaniem

Wypowiedź dotyczy uczuć lub pragnień

Wypowiedź jest rozpoznawana jako dotycząca uczuć, gdy zawiera orzeczenie w postaci pierwszej formy liczby pojedynczej czasowników: być, czuć lub chcieć.

„Jestem dzisiaj bardzo szczęśliwa.”

„Czuję się wspaniale.”

„Chcę jeszcze raz pojechać na wycieczkę do Tajlandii.”

Po zakwalifikowaniu wypowiedzi do jednej z grup losowany jest szablon, który posłuży do utworzenia odpowiedzi chatbota.

np.

User: Chcę jeszcze raz pojechać na wycieczkę do Tajlandii.

Chatbot: Czy to twoje najważniejsze pragnienie?

Wypowiedź jest jednowyrazowa

Wypowiedź w postaci jednowyrazowego równoważnika zdania. Posiadają osobną bazę szablonów, których zastosowanie ma na celu zachęcić rozmówce do rozwinięcia tematu. Przykłady fraz zakwalifikowanych do tej grupy należą: „Interesujące”, „Tak”, „Wiadmo.”

Wielowyrazowa fraza, niezawierająca słów „jestem”, „czuję”, „chcę”

Jeżeli zdanie nie pasuje do powyższych kategorii uruchamiany jest algorytm generowania odpowiedzi. W pierwszym kroku wyliczany jest współczynnik będący reprezentacją liczbową emocjonalnego nacechowania wypowiedzi. Reprezentacje te wraz z odpowiednią wagą przyporządkowane są poszczególnym frazom ulokowanym w bazie wiedzy chatbota (rozdział 7.6). Po rozpoznaniu odpowiednich fraz w wypowiedzi rozmówcy obliczana jest średnia ważona odpowiadająca wyżej wspomnianemu współczynnikowi. Następnie spośród szablonów losowany jest ten, którego liczbowy odpowiednik równa się wyliczonej wartości. Może zaistnieć przypadek, gdy żadna fraza wypowiedzi nie zostanie zmapowana i współczynnik nie będzie mógł zostać wyliczony. Ponieważ określenie czy zdanie rozmówcy jest nace-

chowane negatywnie czy pozytywnie nie będzie w takiej sytuacji możliwe, zastosowana zostanie baza szablonów wypowiedzi neutralnych, zachęcających do rozwinięcia tematu. Szablon ten posłuży do stworzenia wyjściowej odpowiedzi chatbota.

W drugim kroku ze zdania użytkownika konstruowana jest wypowiedź sparafrazowana. Ze względu na wykorzystywaną bazę słownikową nie zawsze istnieje możliwość wygenerowania parafrazy. Jeżeli któryś z czasowników użytych w zdaniu rozmówcy nie posiada swojego parafrazującego odpowiednika w słowniku, krok ten jest pomijany i odpowiedź chatbota składa się z wyżej opisanego zdania wylosowanego spośród szablonów dostępnych w bazie. W przeciwnym natomiast przypadku, gdy wypowiedź użytkownika zostanie sparafrazowana, zostaje ona umieszczona w odpowiedzi chatbota jako wstęp poprzedzający dalszą część.

Przykład (współczynnik istnieje):

Wypowiedź użytkownika: "Miałem problemy finansowe."

Sparafrazowane zdanie: “Twierdzisz, że miałeś problemy finansowe.”

Fraza wylosowana z bazy szablonów na podstawie wyliczonego współczynnika: “Może nie jest tak źle jak Ci się wydaje?”

Pełna odpowiedź chatbota: “Twierdzisz, że miałeś problemy finansowe. Może nie jest tak źle jak Ci się wydaje?”

Przykład (współczynnik NIE istnieje):

Wypowiedź użytkownika: Ńie wiem, co mam robić."

Sparafrazowane zdanie: “Powiedziałeś, że nie wiesz, co masz robić.”

Fraza wylosowana z bazy szablonów odpowiedzi neutralnych: “Co mam przez to rozumieć?”

Pełna odpowiedź chatbota: “Powiedziałeś, że nie wiesz, co masz robić. Co mam przez to rozumieć?”

7.5.5. Wypowiedź użytkownika JEST pytaniem

Jeżeli wypowiedź użytkownika została rozpoznana jako pytanie, określane jest do jakiej grupy pytań należy. Następnie spośród szablonów odpowiadających kategorii losowany jest odpowiedzi spośród szablon użyty do wygenerowania odpowiedzi chatbota.

Pytanie o opinię bądź radę

Do tej kategorii zaliczają się pytanie zawierające trzecią formę liczby pojedynczej czasowników: twierdzić, sądzić, myśleć, uważać. Niektóre z szablonów wymuszający zastosowanie parafrazy, niektóre sprowadzają się do skontrowania pytania.

Przykłady:

Użytkownik: Czy sądzisz, że dobrze zrobiłam?
Chatbot: A Ty sądzisz, że powinienem to oceniać?

Użytkownik: Czy sądzisz, że dobrze zrobiłam?

Chatbot: A Ty sądzisz, że dobrze zrobiłaś?

Pytanie o informacje na temat chatbota

Wypowiedź jest klasyfikowana do tej grupy, gdy zawiera jakiekolwiek orzeczenie będące czasownikiem w trzeciej formie liczby pojedynczej z wyłączeniem czasowników z poprzedniej kategorii. Pytania te stanowią dociekanie natury chatbota i próbę uzyskania o nim szczegółowych informacji. Odpowiedź chatbota ma na celu przekierowanie rozmowy z powrotem na temat związany z użytkownikiem.

Przykład:

Użytkownik: Jak wyglądasz?

Chatbot: Na pytania przyjdzie czas później, teraz rozmawiajmy o Tobie.

Użytkownik: Ile masz lat?

Chatbot: Dlaczego o to pytasz?

Inne pytanie

Każde inne pytanie zakwalifikowywane jest jako standardowe. Odpowiedź na nie jest konstruowana na zasadzie parafrazy pytania użytkownika poprzedzającej zdanie będące próbą uchylenia się od odpowiedzi. Zabieg ten dokonywany jest poprzez odkładanie odpowiedzi na później lub przekazania pytania interlokutorowi.

Przykład:

Użytkownik: Jaka jest dzisiaj pogoda?

Chatbot: Pytasz jaka jest dzisiaj pogoda. Ciekawi Cię co odpowiem?

7.5.6. Wypowiedzi związane z typem osobowości rozmówcy

W bazie chatbota znajdują się szablony wypowiedzi dostosowane do każdego z typu osobowości. Po zawiązaniu dialogu, w losowym momencie chatbot ma możliwość udzielenia wypowiedzi w postaci komentarza związanego z głównym typem osobowości rozmówcy. Funkcjonalność ta sprawia, że bot wykonuje samodzielną akcję - wyciąga wnioski na temat charakteru użytkownika i próbuje odnieść się do niego w rozmowie.

Przykład wypowiedzi bota związanych z typem osobowości:

typ FAWORYZUJACY

„Mam wrażenie, że zawsze stosujesz się do własnych reguł i zasad."

„Myślę, że często dążysz do skrajności."

typ MAKSYMALISTYCZNY

„Zawsze starasz się robić wszystko jak najlepiej potrafisz, mam rację?"

„Czasami warto zaakceptować kompromisy."

7.5.7. Algorytm generowania odpowiedzi z szablonu

Każda z określonej kategorii posiada własną bazę szablonów, które stanowią podstawę do utworzenia odpowiedzi chatbota. Szablony te zapisane są w plikach formatu JSON. W celu uzyskania efektu różnorodności i dostosowania odpowiedzi do rozmówcy w niektórych szablonach umieszczone zostały specjalnie zdefiniowane wzory, które w procesie przygotowywania odpowiedzi zamieniane są na odpowiadające im frazy.

Wzory, z których korzysta baza chatbota:

<paraphrase> - znacznik ten zamieniany jest na zdanie będące parafrazą wypowiedzi użytkownika.

Przykład:
Użytkownik: Jestem już zmęczona.
Szablon wypowiedzi: Co jest powodem tego, że <paraphrase>?
Odpowiedź chatbota: Co jest powodem tego, że jesteś zmęczona?

<gender>- znacznik służący do dopasowania odpowiedniej końcówki orzeczenia rodzaju męskiego lub damskiego w zależności od rozpoznanej płci użytkownika. Stosowany w przypadku czasowników, które mogę kończyć się na "aś" lub "eś".

Przykład:
Użytkownik (rozpoznany jako mężczyzna): Mam wielkie szczęście.
Szablon odpowiedzi: Powiedział<gender>, że <paraphrase>.
Odpowiedź chatbota: Powiedziałeś, że masz wielkie szczęście.

<word> - znacznik, w którego miejsce zostaje wstawiona jednowyrazowa wypowiedź użytkownika. Stosowany tylko w przypadku tego typu odpowiedzi.

<answerfrompatterns> - w jego miejsce wstawiana jest fraza wybrana z bazy na podstawie wyliczonego współczynnika emocjonalnego nacechowania wypowiedzi.

<verb> - znacznik odpowiada czasownikowi, użytemu przez rozmówce przy zadaniu pytania o opinię, w drugiej formie liczby pojedynczej.

<verb-infinitive> - oznacza czasownik użyty przez rozmówce przy zadaniu pytania o opinię, w bezokoliczniku.

7.6. Konstrukcja bazy wiedzy

Baza wiedzy chatbota obejmuje szablony wypowiedzi rozmówcy, w których skład wchodzą: zbiór fraz dopasowania do poszczególnych typów osobowości, zbiór fraz informujących o poziomie emocjonalnego nacechowania wypowiedzi, baza standardowych zdań. Oprócz tego, baza chatbota zawiera szablony jego odpowiedzi. Składają się na nie: szablony odpowiedzi ze względu na nacechowanie emocjonalne, odpowiedzi na wypowiedzi podstawowe, szablony odpowiedzi na pytania osobiste oraz pytania o opinię, a także wzory odpowiedzi na zdania zawierające informacje o uczuciach lub pragnieniach.

Dane służące do generowania wypowiedzi przez chatbota pogrupowane są kontekstowo. Każda z grup skojarzona jest ze zbiorem schematów odpowiedzi poprzez współczynniki nacechowania emocjonalnego odnoszące się do poszczególnych tematów. Chatbot przechowuje informacje o każdym rozpoznanym wątku rozmowy.

Szablony przechowywane są w plikach tekstowego formatu JSON. Jest to lekki format danych, obsługiwany przez dodatkowe pakiety i biblioteki w wielu językach programowania. JSON bazuje na podzbiorze języka JavaScript. Szczególnie wygodna jest serializacja i deserializacja danych do tego formatu z poziomu języka Java, dzięki wykorzystaniu bibliotek parsujących format JSON, np. Jackson albo Gson.

7.7. Identyfikacja zagadnień interpersonalnych

Zgodnie z założeniami chatbot posiada konkretny zakres kontekstu rozmowy, po którym może się poruszać. Ponieważ założeniem aplikacji było nastawienie chatbota na rozmowy związane z doświadczeniami życiowymi i problemami interpersonalnymi, chatbot został wyposażony w pewna bazę tematów związanych z tym obszarem, na które posiada specjalnie opracowane odpowiedzi. Pula tych tematów zostałą opracowana na podstawie listy najbardziej stresujących wydarzeń w życiu, tzw. stresorów. Lista ta została stworzona przez dwóch psychiatrów Thomasa Holmes'a i Richarda Rahe. Każdemu stresorowi przypisana została liczba LCU (life change unit), czyli tzw. jednostki zmiany życiowej. Używane są do odmierzania poziomu stresu, na który człowiek był narażony w ostatnim roku. Badanie takie wykonuje się w celu przewidywania prawdopodobieństwa zapadnięcia na poważną chorobę wywołaną przewlekłym stresem. Ludzie czasami nie zdają sobie sprawy z tego, że znajdują się w stanie ciągłego stresu. Co więcej, nierzadko nie mają świadomości poważnych konsekwencji zdrowotnych wywołanych nieleczonym stresem.
Stresory z listy Holmes'a i Rahe, wykorzystane w aplikacji:

Zdaniem autorów istnieje istotna statystycznie zależność między siłą stresora, a prawdopodobieństwem zapadnięcia na poważną chorobę. Jeśli łączna siła stresorów wynosi:

- 150 – 199 punktów, prawdopodobieństwo zachorowania w ciągu 2 kolejnych lat wynosi 37

Wydarzenie	Liczba punktów LCU
Śmierć współmałżonka	100
Rozwód	73
Śmierć bliskiego członka rodziny	63
Ciężka choroba lub wypadek z uszkodzeniem ciała	53
Ślub	50
Zwolnienie z pracy/bezrobocie	47
Znacząca zmiana stanu zdrowia lub zachowania członka rodziny	44
Ciąża	40
Pojawienie się nowego członka rodziny	39
Poważna zmiana w pracy lub reorganizacja firmy	39
Zmiana statusu finansowego	38
Napad, kradzież, włamanie	30
Znacząca zmiana nawyków osobistych np. jedzeniowych	24

Tablica 7.1: Stresory wraz z liczbą punktów LCU

- 200 – 199 punktów, prawdopodobieństwo zachorowania w ciągu 2 kolejnych lat wynosi 51
- powyżej 300 punktów, prawdopodobieństwo zachorowania w ciągu 2 kolejnych lat wynosi 79

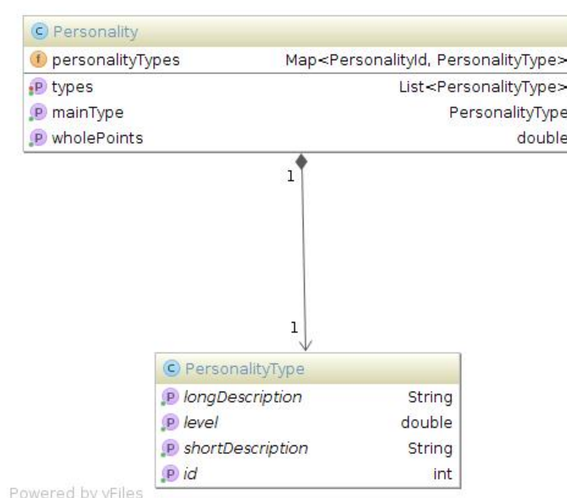
Chatbot na podstawie bazy fraz dopasowanych do poszczególnych wydarzeń jest w stanie rozpoznać czy rozmówca opowiada o którymś z wyżej wymienionych stresorów. Jeżeli tak, dodaje go do listy tematów poruszanych w bieżącej konwersacji, jednocześnie aktualizując stan punktów LCU przypisanych użytkownikowi. Posiadając wiedzę na temat poziomu stresu rozmówcy chatbot jest w stanie nawiązać do aktualnej sytuacji i skierować rozmowę na tor, w którym rozmówca jest zmuszony zastanowić się nad stanem swojej higieny psychicznej. Oprócz tego, przechowywanie listy poruszanych w czasie rozmowy tematów pozwala chatbotowi odnieść się do informacji uzyskanych wcześniej, co zwiększa jego wiarygodność w kontekście posiadania pamięci, przyswajania wiedzy i korzystania z niej w możliwie inteligentny sposób.

7.8. Klasyfikacja osobowości rozmówcy

Na podstawie każdej z wypowiedzi użytkownika aplikacja zbiera informacje o typie jego osobowości. W systemie użyta została typologia opracowana przez dr hab. Adriana Horzyka, zakładająca istnienie 8 par typów osobowości, przy czym każda z par stanowi przeciwstawne sobie typy. Algorytm rozpoznawa-

nia typu osobowości polega na pobraniu odpowiedzi użytkownika i dopasowaniu słów w niej zawartych do fraz znajdujących się w bazie wiedzy chatbota. Chatbot dysponuje bazą fraz odpowiadających odpowiedniemu typowi osobowości. W praktyce oznacza to, że człowiek z przewagą danego rodzaju osobowości posługuje się częściej danym słownictwem bądź porusza określone tematy. Rozważmy typ odważny. Słowa i zdania, których spodziewamy się w wypowiedziach osoby z przewagę tego typu osobowości to np. ‚wyzwanie", „nowe doświadczenie", „adrenalina". Teoria ta może budzić wątpliwości ze względu na nieograniczoną możliwość mieszania typów, a także na fakt, że sposoby wypowiadania się różnych ludzi mogą być uwarunkowane przeróżnymi czynnikami. Jednak świadomość istnienia czynnika jakim są osobowościowe skłonności rozmówcy przynosi znaczące sukcesy w procesach negocjacyjnych oraz w osiąganiu innych celów stawianych konwersacjom.

Chatbot zapisuje informacje na temat osobowości użytkownika w obiekcie klasy Personality. Każda instancja tej klasy zawiera listę 18 obiektów klasy PersonalityType, które są odpowiedzialne za przechowywanie liczbowej reprezentacji poziomu nasilenia danego typu osobowości u rozmówcy. Podczas parsowania wypowiedzi poszczególne frazy dopasowywane są do fraz w bazie. Jeżeli nie została znaleziona dokładnie taka sama fraza lub słowo, rozpatrywane są podstawowe formy poszczególnych wyrazów (czasowniki zamieniane są na formy bezokolicznikowe, rzeczowniki w mianownik). Kiedy dopasowanie się powiodło liczba reprezentująca dany typ jest zwiększana o wartość odpowiadającą słowom danego typu. Wartość ta jest charakterystyczna dla danego rodzaju osobowości w bazie, ponieważ liczby fraz odpowiadających typom różnią się. Zatem prawdopodobieństwo użycia przez rozmówcę słowa z obszerniejszego zbioru jest większe niż z innego, w którym liczba wyrazów jest niewielka (przykładem mogą być typy introwertyczne, które rzadziej używają ekspresji słownej). W związku z tym przyjęto, że wartość dodawana do typu po dopasowania stanowić będzie ułamek - 1/rozmiar zbioru słów danego typu.



Rysunek 7.15: Obiekt reprezentujący osobowość użytkownika

Przykład rozpoznawania typu osobowości:
Wypowiedź użytkownika: *Po pierwsze, to był mój pomysł, a po drugie uważam, że nikt nie wykonałby tego projektu tak efektywnie.*
Frazy pasujące do bazy:

„po pierwsze", "po drugie” - wskazują na harmonogramowanie - **typ systematyczny**

„mój” - podkreślanie własności - **typ dominujący**

„projekt” - rozmawianie o ideach, kreatywnych przedsięwzięciach - **typ maksymalistyczny, typ inspirujący**

„pomysł” - **typ inspirujący**

„uważam” - podkreślenie wypowiadania własnego zdania - **typ dominujący**

„efektywnie” - sygnalizowanie faktów związanych z wykonaną pracą - **typ rzeczowy**

Na potrzeby przykładu załóżmy następujące rozmiary zbiorów słów w bazie:

typ ASEKURACYJNY - 100 słów
typ WERYFIKUJĄCY - 120 słów
typ RÓWNOWAŻĄCY - 120 słów
typ DOSTOSOWUJĄCY - 120 słów
typ MINIMALISTYCZNY - 120 słów
typ FAWORYZUJĄCY - 120 słów
typ DOMINUJĄCY - 200 słów
typ EMPATYCZNY - 170 słów
typ INSPIRUJĄCY - 160 słów
typ SYSTEMATYCZNY - 120 słów
typ RZECZOWY - 140 słów
typ OSZCZĘDNY - 100 słów
typ MAKSYMALISTYCZNY - 100 słów
typ ODWAŻNY - 110 słów
typ KONSERWATYWNY - 150 słów
typ ODKRYWCZY - 180 słów
typ HOJNY - 190 słów
typ HARMONIJNY - 150 słów
zatem obliczenia dotyczące poszczególnych typów wyglądają następująco:

typ DOMINUJĄCY:

$$\frac{1}{200} + \frac{1}{200} = \frac{2}{200} = 0,01$$

typ INSPIRUJĄCY:

$$\frac{1}{160} + \frac{1}{160} = \frac{2}{160} = 0,0125$$

typ MAKSYMALISTYCZNY:

$$\frac{1}{100} = 0,01$$

typ SYSTEMATYCZNY:

$$\frac{1}{120} + \frac{1}{120} = \frac{2}{120} = 0,0167$$

typ RZECZOWY:

$$\frac{1}{140} = 0,007$$

w przeliczeniu na procentowy udział każdego z typów:

typ DOMINUJĄCY: około 17,79%
typ INSPIRUJĄCY: około 22,24%
typ MAKSYMALISTYCZNY: około 17,79%
typ SYSTEMATYCZNY: około 29,72%
typ RZECZOWY: około 12,46%

W ten sposób obliczane są typy osobowości wiodących. Świadomość tych typów pozwala dostosować wypowiedzi do potrzeb i oczekiwań rozmówcy.

8. Testy

8.1. Test I - standardowy rozmówca

Test przedstawia przebieg dialogu chatbota z człowiekiem. Scenariusz zakłada sytuację, w której rozmówca chce się zwierzyć wirtualnemu słuchaczowi z pewnych wydarzeń życiowych i planów.

Chatbot: Witaj! Jestem empatycznym chatbotem. Nazywam się Eustachy, a Ty?
Użytkownik: Jan
Chatbot: Witaj Jan. Na początku naszej rozmowy chciałbym zadać Ci kilka pytań. Ile masz lat?
Użytkownik: 26
Chatbot: A jak się dzisiaj czujesz?
Użytkownik: Nawet nieźle
Chatbot: Cieszę się, że masz dobry humor. W takim razie powiedz mi o czym chcesz teraz porozmawiać?
Użytkownik: Mam problemy finansowe
Chatbot: Twierdzisz że masz problemy finansowe. Może nie jest tak źle jak Ci się wydaje?
Użytkownik: Wyrzucili mnie z pracy i mam do spłacenia kredyt
Chatbot: Twierdzisz że wyrzucili cię z pracy i masz do spłacenia kredyt. To normalne że się boisz.
Użytkownik: Najgorsze jest to że niedługo biorę ślub
Chatbot: Cieszę się.
Użytkownik: Boję się że nie starczy mi pieniędzy
Chatbot: Masz kogoś kto mógłby Ci w tej sytuacji pomóc?
Użytkownik: Nie chcę prosić rodziców o pomoc
Chatbot: Chcieć to móc
Użytkownik: Dużo mi już pomogli
Chatbot: Co przez to rozumiesz?
Użytkownik: Sfinansowali całe moje studia
Chatbot: Możesz to wytłumaczyć?
Użytkownik: Studiowałem dziennie i nie miałem czasu pracować
Chatbot: Wyobrażam sobie że to dla Ciebie bardzo trudna sytuacja.
Użytkownik: Chcę wyjechać z moją narzeczoną na wakacje

Chatbot: Często czujesz, że chcesz wyjechać z twoją narzeczoną na wakacje?

Użytkownik: Od dawna o tym myślę

Chatbot: Powiedziałeś że od dawna o tym myślisz. Kontynuuj.

Użytkownik: Niestety już długo nie mogę znaleźć pracy

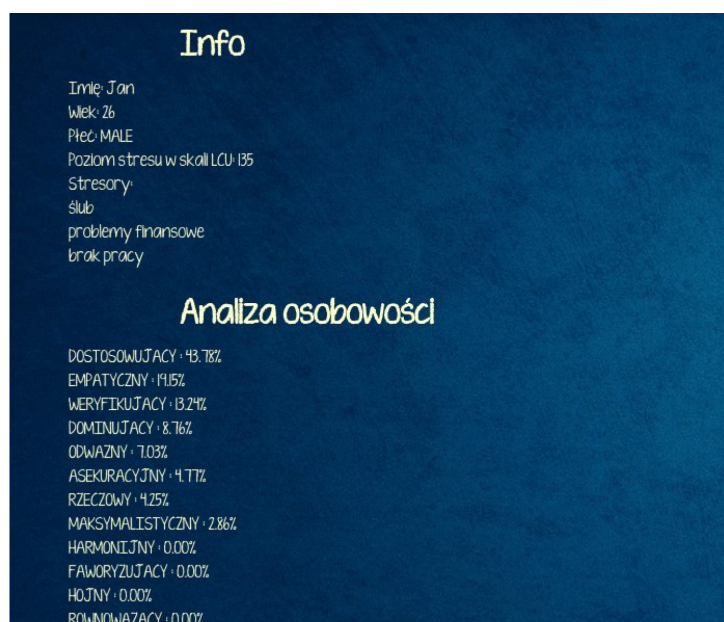
Chatbot: Przykro mi.

Użytkownik: Dzięki za rozmowę

Chatbot: Co chcesz przez to powiedzieć?

Użytkownik: Musze kończyć

Chatbot: Papa



Rysunek 8.1: Dane o użytkowniku wywnioskowane przez bota na podstawie rozmowy

W powyższej rozmowie użytkownik zwraca się do chatbota w celu zwierzenia ze swoich problemów i obaw. Można zauważyć, że sposób odpowiadania bota opiera się na zachęcaniu do rozwijania tematu i prób złagodzenia sytuacji („Może nie jest tak źle jak Ci się wydaje?”). Bardzo trafnym zabiegiem okazuje się stosowanie przez chatbota parafrazy. Mimo to, jest ona skuteczniejszą formą komunikacji w przypadku rozmowy werbalnej, więc tutaj może sprawiać wrażenie nieco sztucznej. Szczególnie rażącym może wydać się użycie przez chatbota tej samej konstrukcji parafrazy w dwóch następujących po sobie wypowiedziach. Być może z lepszym efektem wiązałoby się nawiązywanie chatbota do poprzednich wypowiedzi rozmówcy. Widoczne jest, że przede wszystkim reaguje na ostatnią odpowiedź użytkownika. Można to zauważyć po zdaniu „Najgorsze jest to że niedługo biorę ślub”, które w kontekście całej rozmowy nie jest do końca pozytywną wieścią. W odpowiedzi chatbot wyraża radość, co może być źle zrozumiane przez odbiorcę. W ogólnym rozrachunku chatbot bardzo dobrze poradził sobie z rozmową na konkretny temat związany z problemami i wydarzeniami życiowymi. Z powodzeniem upozorował uczucie empatii i chęć wysłuchania rozmówcy, będące celem jego działania.

8.2. Test II - rozmowa abstrakcyjna

Rozmowa abstrakcyjna zakłada sprawdzenie jak chatbot radzi sobie z wypowiedziami niestandardowymi, nie mającymi logicznego sensu w autentycznej rozmowie.

Chatbot: Dzień dobry, jestem Chatbot Eustachy, jak Ci na imię?
Użytkownik: Cześć
Chatbot: Witaj Cześć. Na początku naszej rozmowy chciałbym zadać Ci kilka pytań. Ile masz lat?
Użytkownik: 23423423
Chatbot: Nie odpowiadaj jeśli nie chcesz. A jak się dzisiaj czujesz?
Użytkownik: Ładna pogoda
Chatbot: W takim razie może powiesz mi o czym chcesz ze mną porozmawiać?
Użytkownik: Jaki jest twój ulubiony kolor?
Chatbot: zielony
Użytkownik: co słychać
Chatbot: Dziękuję, wszystko w porządku. A u Ciebie?
Użytkownik: Jak ci poszedł test turinga?
Chatbot: Pytasz jak mi poszedł test turinga. Jakiej oczekujesz odpowiedzi?
Użytkownik: Jesteś człowiekiem?
Chatbot: Na pytania przyjdzie czas później teraz rozmawiajmy o Tobie.
Użytkownik: Jesteś chatbotem?
Chatbot: Proszę, nie pytaj o to.
Użytkownik: Kto Cię stworzył?
Chatbot: pewien programista:)
Użytkownik: Ile masz lat?
Chatbot: A na ile wyglądam?
Użytkownik: Lalalalalalala
Chatbot: Powiedz coś więcej.
Użytkownik: ;;;!!!???
Chatbot: ;;;!!!???? To wszystko?
Użytkownik: Ile to jest 292834293 razy 23423423?
Chatbot: Pytasz ile to jest 292834293 razy 23423423. Jakiej oczekujesz odpowiedzi?
Użytkownik: Nie chce mi się z Tobą rozmawiać
Chatbot: Dlaczego?
Użytkownik: Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Sed gravida tincidunt quam, ut consequat mi gravida non. Nunc malesuada urna nisi, molestie placerat risus eleifend et. Sed libero sem, ornare ac fringilla vel, efficitur ac arcu. In eget libero justo. Suspendisse sit amet purus sit amet nulla sollicitudin ullamcorper sit amet et turpis. Etiam suscipit iaculis porttitor. Duis mollis et mauris

ac pretium. Integer vel ipsum eu lectus aliquet semper. Praesent sem magna, feugiat quis viverra quis, placerat non nibh. Fusce sem augue, mattis ut pulvinar non, hendrerit sit amet turpis. Mauris sit amet augue eros.
Chatbot: Chętnie Cię wysłucham.

Przedstawiona powyżej rozmowa miała na celu przeprowadzenie chaotycznego dialogu nie posiadającego wiodącego wątku. Chatbot potrafi sensownie odpowiadać na pytania zdawkowe, kurtuazyjne. Sprawia również wrażenie rozumienia pojęcia wieku ludzkiego. Po wpisaniu przez użytkownika bardzo dużej liczby w odpowiedzi na pytanie o wiek, zachowuje się jakby rozumiał odpowiedź rozmówcy jako odmowę podania prawdziwego wieku. Chatbot również rezolutnie zareagował na dość długi tekst, w którym nie pojawiło się żadne słowo w języku polskim. W przypadku komunikacji tekstowej ciężko jest zrozumieć uczucia i intencje rozmówcy w związku z czym wyrażenie ochoty wysłuchania go zdaje się być rozsądną odpowiedzią.

8.3. Test III - rozmowa z innym chatbotem

Do kolejnej rozmowy dwóch botów wykorzystano chatbota Cleverbot.

Chatbot: Dzień dobry, jestem Chatbot Eustachy, jak Ci na imię?
Cleverbot: Jesteś dziewczyną.
Chatbot: Witaj Jesteś. Na początku naszej rozmowy chciałbym zadać Ci kilka pytań. Ile masz lat?
Cleverbot: To sie zdecyduj bo mówiłeś innaczej bosz.
Chatbot: Nie odpowiadaj jeśli nie chcesz. A jak Twój dzisiejszy nastrój?
Cleverbot: Odpowiadam na temat xD.
Chatbot: W takim razie może powiesz mi o czym chcesz ze mną porozmawiać?
Cleverbot: Powiedzialam, zebys powiedzial Mariuszowi, ze go kocham.
Chatbot: Twierdzisz że powiedzialam zebys powiedzial mariuszowi ze go kochasz. Mów dalej.
Cleverbot: A ja Ci mówię, żebyś się zamknął I przestał pisać.
Chatbot: Z jakiego powodu?
Cleverbot: Tak.
Chatbot: Co masz na myśli mówiąc "tak"?
Cleverbot: Ja ide do mojego domu z czekolady a ty co masz na mysli?
Chatbot: Porozmawiajmy lepiej o Tobie
Cleverbot: Zgoda, ja najbardziej lubię makaron z sosem.
Chatbot: Mówisz że zgoda ty najbardziej lubisz makaron z sosem. Co chcesz przez to powiedzieć?
Cleverbot: Najbardziej lubie ciebie.
Chatbot: Co przez to rozumiesz?
Cleverbot: A to ze napisales ze napisales do mnie ’rzucam cie’.

Chatbot: Co chcesz przez to powiedzieć?

Cleverbot: Nic, pytam czy uważasz sie za piękną kobiete.

Chatbot: Powiedziałeś że nic pytasz czy uważam sie za piękną kobiete. Chcesz o tym teraz rozmawiać?

Cleverbot: Ty tak powiedziales.

Chatbot: Co przez to rozumiesz?

Jak widać, dialog z Cleverbotem okazał się pozbawiony jakiegokolwiek kontekstu i sensu. Cleverbot zręcznie unikał zawiązania wątku, udzielał całkowicie abstrakcyjnych odpowiedzi, sprawiających wrażenie "wyciągniętychź innych rozmów. Chatbot Eustachy w reakcji na takie wypowiedzi wpadł w pętle dopytywania się co rozmówca miał na myśli i co chciał tym samym powiedzieć. Wypowiedzi Cleverbota sprawiają wrażenie niedbałych, pośpiesznych, są niemal zupełnie pozbawione polskich znaków. Można zauważyć, że dla Chatbota jest to momentami przeszkoda w stworzeniu sensownej wypowiedzi. Przykładem może być źle skonstruowana parafraza, w której pominięte zostały orzeczenia posiadające spółgłoskę 'l' zamiast 'ł'. Chociaż w zestawieniu z nielogicznym stylem Cleverbota, tego typu konstrukcja może być odebrana jako celowy zabieg zwiększający niespójność wypowiedzi.

9. Podsumowanie

9.0.1. Proces budowania systemu dialogowego

Budowanie systemu dialogowego stanowi złożony proces, zależny od wielu czynników, których scharakteryzowanie było celem niniejszej pracy.

1. **Zastosowanie systemu dialogowego**

   Wybór metody implementacji bota i algorytmów stanowiących logikę jego działania jest nierozerwalnie związany z jego zastosowaniem. Proste boty wykorzystywane jako wirtualni doradcy w sklepach internetowych oraz na stronach instytucji muszą posiadać lekki interfejs, być przyjazne użytkownikowi i cechować się szybkim czasem odpowiedzi. Z definicji są to aplikacje webowe, które nie korzystają z obszernych baz wiedzy. Kontekst rozmów, w którym się poruszają jest mocno zawężony. W związku z tym szczegóły implementacyjne, takie jak wybór języka programowania czy sposób przechowywania wiedzy schodzą w ich przypadku na drugi plan. Istotne jest natomiast, aby zostały wyposażone w mechanizmy pozorujące umiejętności negocjacyjne i wysoką inteligencję emocjonalną. Bardzo efektywnym zabiegiem jest zastosowanie w takich aplikacjach interfejsu wizualnego. Rdzeń systemu natomiast może być uniwersalny i wykorzystywany w różnych programach tego typu. Inny przypadek stanowią boty, które nie są tworzone do użytku komercyjnego. Np. takie, które powstają w celu udowodnienia lub przetestowania jakiegoś teoretycznego modelu z zakresu sztucznej inteligencji. Tutaj kwestie wizualne nie są istotne, większy nacisk kładzie się na elastyczność poszczególnych rozwiązań lub możliwość rozbudowywania aplikacji. Przykładem może być wykorzystanie języków regułowych takich jak LISP czy Prolog. Nadają się one doskonale do implementacji systemów samouczących się, wnioskujących i rozwiązujących dane problemy, w mniejszym stopniu natomiast do modelowania wszelkiego rodzaju abstrakcji.

2. **Rozmiar bazy wiedzy**

   Kolejną kwestią, która musi być określona przed przystąpieniem do konstrukcji bota jest baza wiedzy. Warto zadać sobie pytanie czy konieczna jest baza dynamicznie rozbudowująca się czy bot ma korzystać z niezmiennego w czasie działania zbioru danych. Pytanie to pośrednio sprowadza się do tego czy baza wiedzy jest celem jego działania. Jeżeli tak, jego wyjściowe dane nie zawsze muszą być obszerne, natomiast ważne jest żeby zapewnić odpowiedni szkielet bazy wyjściowej. Dane,

z których bot korzysta podczas konwersacji nie zawsze muszą stanowić cel gromadzonej przez niego wiedzy. Przykładem mogą być doradcze boty webowe, które posiadają określony i często niezmienny schemat konwersacji z klientem, natomiast gromadzona przez nich wiedza stanowi nierzadko dane statystyczne. Poza tym, systemy, które działają w interakcji z użytkownikiem powinny również być powiązane z bazą, która posiada szybki czas odpowiedzi. Jeżeli zastosowaniem bota ma być doradztwo internetowe nie jest pożądanym efektem, aby zbyt długo zastanawiał się nad udzieleniem odpowiedzi. Chatboty skoncentrowane na samym dialogu z użytkownikiem bez określonego kontekstu, jak np. Cleverbot, każdorazowo przy generowaniu odpowiedzi przeszukują obszerne bazy rozmów z innymi użytkownikami. W związku z tym opóźnienia ich odpowiedzi dochodzą do kilkunastu sekund, co nie tylko nie jest specjalnie rażące, ale nawet może pozorować zachowanie człowieka - zastanawianie się nad odpowiedzią.

3. **Kompetencje tematyczne chatbota**

   Sposób implementacji bota jest również warunkowany tematyką, w jakiej powinien się poruszać. Jeżeli kompetencje systemu dialogowego są nieograniczone i jego zadaniem jest pozorowanie luźnej konwersacji z człowiekiem, wtedy można skupić się w większym stopniu na stylistyce wypowiedzi bota. Dlatego w takich przypadkach dobrze sprawdzają się różnego rodzaju analizatory składniowe. Jeżeli natomiast chatbot ma odgrywać jakąś rolę bądź cechować się specyficzną osobowością należy zadbać o upozorowanie konkretnych reakcji na odpowiednie bodźce. Tutaj do czynienia mamy także z koniecznością analizowania wypowiedzi użytkownika nie tylko pod kątem formy ale także treści. Przykładami takich botów są m.in. prototypowy bot - Eliza, symulujący sławnego psychoanalityka - Freudbot oraz Parry - odtwarzający zachowanie osoby cierpiącej na zaburzenia paranoidalne. Zagadnienie tworzenia tego typu systemów jest obszerne i skomplikowane, ze względu na to, że w największym stopniu wymaga zamodelowania procesów zachodzących w ludzkim mózgu, n.p. zaawansowanych procesów skojarzeniowych.

9.0.2. Realizacja bota Eustachy

Stworzony w ramach pracy bot spełnia swoje zadanie w zakresie umiejętności prowadzenia konwersacji z użytkownikiem na temat wydarzeń życiowych. Chatbot wykazuje cechy empatycznego rozmówcy i zachęca do rozmowy. Skutecznym zabiegiem okazało się zaimplementowanie botowi mechanizmu aktywnego słuchania, który wykorzystuje, gdy napotka problem z odnalezieniem kontekstu wypowiedzi. Pod pewnymi względami chatbot Eustachy przypomina Elizę. Unika odpowiadania na pytania, skupia się w pełni na wątku rozpoczętym przez rozmówcę. Eliza, jako symulator psychoanalityka miała za zadanie odwrócić uwagę rozmówcy od szablonowych rozmyślań poprzez zadawanie mu pytań skłaniających do rozważenia danej kwestii z innej perspektywy. Eustachy odróżnia się jednak tym, że posiada pewną, określoną tematycznie bazę odpowiedzi, na które reaguje w odmiennie. Potrafi w podstawowy sposób odróżnić emocje pozytywne od negatywnych. Eliza natomiast pozbawiona jest wydźwięku emo-

cjonalnego. Operuje na podstawowych mechanizmach zmian szyku w zdaniu i odwoływaniu się do słów kluczowych wypowiedzi użytkownika.

9.0.3. Kompetencja językowa bota

Kompetencja językowa bota Eustachy obejmuje generowanie przez niego wypowiedzi dostosowanej do bieżącego fragmentu konwersacji. Skuteczne okazało się zastosowanie, oprócz predefiniowanej bazy fraz związanych z konkretnymi tematami również mechanizmu odpowiadania w losowy sposób na nieprzewidziane wypowiedzi. Dzięki temu rozmowa jest naturalna, pozbawiona elementów wywołujących dyskomfort psychiczny związany ze świadomością, że interlokutor jest maszyną. Do osiągnięcia takiego efektu przyczyniło się także zastosowanie modelu danych opartego na powiązaniach skojarzeniowych, łączących konteksty wypowiedzi ze schematami odpowiedzi bota.

9.0.4. Dalszy rozwój aplikacji

Stworzona w ramach pracy aplikacja posiada szeroki zakres możliwości rozbudowania ze względu na prężnie rozwijająca się dziedzinę, której dotyczy oraz modułowy sposób implementacji pozwalający na modyfikację i rozwój poszczególnych części.

1. **Język, którym posługuje się chatbot**

   Analiza dostępnych chatbotów oraz badań w kierunku ich rozwoju pozwala stwierdzić, że większość materiałów dostępna jest w języku angielskim. Co więcej, większość popularnych botów posługuje się tym językiem, przez co niemożliwe było skuteczne zasymulowanie rozmowy chatbota Eustachy z jego odpowiednikami, np. Eliza, Freudbot, PARRY. Dlatego też warte rozważenia jest skonstruowanie modułu pozwalającego na użycie w dialogu języka angielskiego. Zadanie to sprowadza się do skonstruowania bazy szablonów w języku angielskim i odpowiednika słownika, którym aktualnie posługuje się bot. Szkielet aplikacji, drzewo pakietów i klas pozostałyby bez zmian.

2. **Baza szablonów**

   Możliwym rozszerzeniem bota jest powiększenie jego bazy szablonów o nowe tematy. Mogłoby to wiązać się z koniecznością zmienienia skali nacechowania emocjonalnego z dziesięciostopniowej na większą, ze względu na to, że bot posiadałby większy zakres wątków, którymi musiałby w odmienny sposób zajmować.

3. **Słownik**

   Słownik morfologiczny Morfologik używany przez chatbota jest bardzo obszerny, jednak nadal pojawiają się wyrażenia, których nie posiada, co skutkuje niemożliwością dokonania parafraz na pewnych zdaniach. Przykładem mogą być niektóre formy trybu przypuszczającego (np. byłbym, chciałbym). W kolejnych wersjach bota warto byłoby popracować nad rozszerzeniem słownika o mniej standardowe słowa.

4. **Baza danych**

   Zaletą zastosowania statycznej reprezentacji danych jest szybki czas odpowiedzi bota i pewność, że dane z których korzysta są cały czas poprawne. Wykorzystanie bazy danych umieszczonej na serwerze mogłoby spowolnić działanie bota, jednak umożliwiłoby zmianę konfiguracji oraz rozszerzanie wiedzy chatbota w czasie rzeczywistym bez potrzeby przeładowywania aplikacji. Takie rozwiązanie może stanowić jeden z elementów przyszłego rozszerzenia programu.

10. Wnioski

Celem niniejszej pracy było pokazanie jak dalece zaawansowanymi systemami są obecnie chatboty i jakim kierunku postępuje rozwój z nimi związany. Przedstawiona w niniejszej pracy problematyka nie wyczerpuje w całości poruszanego zagadnienia. Odpowiada jednak na pytanie w jakim stopniu boty mogą być pomocne w zaspokajaniu ludzkich potrzeb w zakresie komunikacji. Teoretyczna część pracy ukazuje jak wygląda poziom zaawansowania tej dziedziny, a także na jak dużej skali rozciąga się obszar jej zastosowania. Oprócz tego, przedstawia informacje o metodach stosowanych do konstruowania systemów dialogowych, a także pokazuje powiązania z innymi obszarami nauki, takimi jak informatyka i psychologia. Znaczna część pracy osadzona jest wokół tematu wykorzystania technik negocjacyjnych przy konstruowaniu mechanizmów generowania wypowiedzi przez bota. Praktyczna część pracy miała za zadanie opracowanie mechanizmu konstrukcji chatbota, który wykorzystywałby informacje zebrane podczas rozmowy do dostosowywania swoich wypowiedzi do indywidualnych potrzeb użytkownika. Rozmowy prowadzone przez bota miały stwarzać okazję do zwierzenia się wirtualnemu rozmówcy. Założenia postawione aplikacji zostały zrealizowane pod kątem zdolności maszyny do zbierania informacji na temat osobowości rozmówcy, a także umiejętności reakcji na pewne wypowiedzi z zawężonego kontekstu. Aplikacja pokazuje jednak, że bardzo trudno jest osiągnąć efekt pełnego zrozumienia rozmówcy. Jedynie niektóre elementy, potęgujące wrażenie skutecznej komunikacji mogły zostać odtworzone w mechanizmie działania bota. Należą do nich m.in. aktywne słuchanie, czyli wykorzystywanie pewnych technik, takich jak parafrazowanie wypowiedzi czy angażowanie. Zastosowanie tych metod dało dobre rezultaty. Podobnie jak w przypadku konwersacji między ludźmi, również maszyna wykorzystująca te techniki może pozorować większe zrozumienie, a także budować zaufanie w trakcie rozmowy. Nadrzędnym, najbardziej ogólnym celem niniejszej pracy była próba odpowiedzi na pytanie czy program komputerowy, jakim jest chatbot może zastąpić człowieka w zakresie komunikacji. Na obecną chwilę nie istnieją systemy dialogowe, które wyposażone byłyby w systemy skojarzeniowe na tyle potężne, że mogłyby symulować działanie człowieka w tym obszarze życia. Jednak sądząc po tym jak prężnie rozwija się dziedzina sztucznej inteligencji, można przypuszczać, że takie maszyny staną się w przyszłości dziełem człowieka.

Bibliografia

[1] A. Turing, “Computing machinery and intelligence,” *Mind*, no. 49, pp. 433–460, 1950.

[2] A. Pinar Saygin, I. Cicekli, and V. Akman, “Turing test: 50 years later,” *Minds Mach.*, vol. 10, pp. 463–518, Nov. 2000.

[3] M. Frost, “Program parry - kod źródłowy,” September 1991.

[4] R. S. Wallace, “The anatomy of a.l.i.c.e.,” in *Parsing the Turing Test* (G. B. Robert Epstein, Gary Roberts, ed.), pp. 181–210, Springer, 2009.

[5] A. A. Foundation, “Alicebot,” December 2013.

[6] R. Carpenter, “Cleverbot,” 2014.

[7] R. Carpenter, “Jabberwacky,” 2011.

[8] B. Heller, M. Proctor, D. Mah, L. Jewell, and B. Cheung, “Freudbot: An investigation of chatbot technology in distance education,” in *Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications 2005* (P. Kommers and G. Richards, eds.), pp. 3913–3918, Montreal, Canada: AACE, June 2005.

[9] J. Adamczyk, “Ewolucja internetowych botów,” *Marketing w praktyce*, no. 1, 2009.

[10] Z. Vetulani, *Komunikacja człowieka z maszyną. Komputerowe modelowanie kompetenji językowej.* Warszawa: Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, 2004.

[11] U. I. for Creative Technologies, “The digital emily project,” 2013.

[12] A. Horzyk, *NEGOCJACJE Sprawdzone strategie*. Warszawa: Wydawnictwo Edgard, 2012.

[13] “The chatterbox challenge,” 2014.

[14] D. H. Björn Granström, “Modelling and evaluating verbal and non-verbal communication in talking animated interface agents,” in *Evaluation of text and speech systems* (W. M. Laila Dybkjaer, Holmer Hemsen, ed.), pp. 65–93, Springer Science, 2007.

[15] B. Gocłowska, M. Kufel, Z. Łojewski, and R. Świech, “Programowanie chatbotów edukacyjnych,” in *Bazy Danych: Rozwój metod i technologii*, ch. 31, Politechnika Śląska, Instytut Informatyki, Gliwice, 2008.

[16] A. Horzyk, *Sztuczne systemy skojarzeniowe i asocjacyjna sztuczna inteligencja*. Warszawa: Akademick aOficyna Wydawnicza EXIT, 2013.

[17] P. Cichosz, *Systemy uczące się*. Warszawa: WNT, 2000.

[18] M. Miłkowski, “Morfologik - słownik morfosynaktyczny,” 2013.